

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen

Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski

Unterschiedliche Reaktion
von verschiedenen Sonnenblumensorten (*H. annuus* L.)
auf Photoperiode und Temperatur

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Rüdiger Boye
aus Vila Pery / Moçambique

Gießen 1970

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen

Direktor: Professor Dr. E. von Boguslawski

Unterschiedliche Reaktion
von verschiedenen Sonnenblumensorten (*H. annuus* L.)
auf Photoperiode und Temperatur

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Rüdiger Boye
aus Vila Pery / Moçambique

Gießen 1970



Dekan:	Prof. Dr. R. Waßmuth
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. W. Schuster
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. E. v. Boguslawski
Tag der Prüfung:	13. 7. 1970

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Problemstellung unter Berücksichtigung der Literatur	5
1. Photoperiodismus und Temperatur	5
2. Die Sonnenblume als Reaktionstyp	8
II. Versuchsanstellung	9
1. Saatzeit-Standort-Erntezeitversuche	11
2. Modellversuch im klimatisierten Gewächshaus	18
3. Beobachtungen am Vegetationskegel	19
III. Versuchsergebnisse	24
1. Temperatur- und Tageslängenversuch im klimatisierten Gewächshaus	24
a) Entwicklungsverlauf	24
b) Wachstumsverlauf	32
2. Saatzeit-Standortversuch mit 15 Sonnenblumensorten	40
a) Entwicklungsverlauf	40
b) Wachstumsverlauf	60
3. Futterleistungen in Abhängigkeit der Jahre, Standorte, Schnittzeiten, Saatzeiten und Sorten	73
4. Körnerleistungsprüfungen in Abhängigkeit der Jahre, Standorte, Saatzeiten und Sorten	107
IV. Diskussion der Ergebnisse	135
V. Zusammenfassung	142
VI. Literaturverzeichnis	145

I. Problemstellung unter Berücksichtigung der Literatur

1. Photoperiodismus und Temperatur

Die produktive Leistung der Kulturpflanzen hängt sehr stark von ihrer Vermehrbarkeit und Vermehrungsrate sowie ihrer Überlebenschance in der Umwelt ab. Somit ist es von Bedeutung, daß die Entwicklung der Pflanze in Anpassung an die Umwelt abläuft und so die Erzeugung von Nachkommen ermöglicht. Gesteuert wird dies durch die inneren Merkmale der Pflanze, d. h. den Ideotyp. Dabei ergibt das Wechselspiel zwischen Genotyp und Umweltfaktoren den für die Leistung wichtigen Produktivitätstyp (BOGUS-LAWSKI und LIMBERG 1960, LIMBERG 1963). Die höheren Pflanzen durchlaufen in ihrem Leben 2 Hauptabschnitte, die vegetative und die generative Phase, wobei der Umschwung von der einen zur anderen einen entscheidenden Schritt darstellt. Für diesen sind, wie seit den bahnbrechenden Arbeiten von GASSNER (1918) und GARNER und ALLARD (1920) erwiesen ist, maßgeblich Temperatur und Photoperiode verantwortlich.

Sehr viele Pflanzen, insbesondere überwinternde einjährige und mehrjährige, benötigen für eine Umstimmung von der vegetativen zur generativen Phase einen Kühlreiz, der mit "Vernalisation" oder "Jarovisation" bezeichnet wird. Auf diesem Gebiet sind zahlreiche Veröffentlichungen erschienen, unter anderen sei hier auf die Arbeiten von ALLEWELD (1956), CHOUARD (1960) und NAPP-ZINN (1961) hingewiesen, die umfangreiche Literaturhinweise enthalten. Es muß hier betont werden, daß es Pflanzen mit einem obligaten und solche mit fakultativem Kältebedürfnis gibt.

Der Photoperiodismus ist der andere bedeutende Faktor für eine Umstimmung der Pflanzen. Das erste Zeichen dieser Umstimmung macht sich in der Differenzierung der Blüten- oder Infloreszenzprimordien bemerkbar. So wird das Erscheinen dieser nach LANG und MELCHERS (1943) als maßgebliches Kriterium für die photoperiodische Reaktion angesehen. GARNER und ALLARD (1920) benutzten den Blühbeginn als Bestimmungsmerkmal für den Übergang vom vegetativen zum generativen

Abschnitt. Dieser Zeitpunkt enthält jedoch erhebliche Fehler, da nach der Umstimmung bis zur Blüte weitere Umwelteinflüsse wirksam sein können. Sie teilten das Pflanzenreich nach der photoperiodischen Reaktion in Lang- und Kurztagpflanzen ein. Langtagpflanzen benötigen für eine Umstimmung Tageslängen über 12 bis 14 Stunden, Kurztagpflanzen zeigen dagegen die gleiche Reaktion bei Tageslängen unterhalb dieser Werte. Später wurden feinere Differenzierungen vorgenommen. So beschrieb DOSTÁL (1949) den Typ der Kurz-Langtagpflanze, die für die Blütenbildung zunächst Kurz- und danach Langtageinflüsse benötigt. RESENDE (1953) bestätigte und erweiterte diese Erkenntnisse, indem er den Begriff Lang-Kurztagpflanze einführte, bei der zuerst ein Lang- und danach ein Kurztag für die Blütenbildung notwendig ist. Tagneutrale Pflanzen sind solche, die unabhängig von der Tageslänge zur Blühbereitschaft gelangen (RUDORF 1961).

Untersuchungen von HAMNER und BONNER (1938) zeigten, daß die Kurztagpflanze *Xanthium pensylvanicum* auch noch im 14 1/2 Stundentag zur Blüte gelangte. LANG und MELCHERS (1943) fanden unter 12 Stunden Belichtung noch eine Blüteninduktion bei der Langtagpflanze *Hyoscyamus niger*. Dadurch kamen sie zu dem von GARNER u. ALLARD (1920) geprägten Begriff der "Kritischen Tageslänge". Hierunter ist die Tageslänge zu verstehen, bei der Langtagpflanzen zur längeren Tageslänge hin, zur Blüte gelangen. Die "Kritische Tageslänge" kann jedoch in vielen Fällen nicht alleine für eine Einteilung in Reaktionstypen angewandt werden, da sehr viele Pflanzenarten in ihrer Formenmannigfaltigkeit eine quantitative Reaktion unter unterschiedlichen photoperiodischen Verhältnissen zeigen. Hierzu ist eine ausreichende Energiezufuhr durch die Assimilation Voraussetzung. Man spricht hier von "quantitativ reagierenden Arten" (MELCHERS und LANG 1948). Quantitativ unterschiedlich reagierende Formen wurden beschrieben bei Sareptasenf (LUCANUS 1955), Weizen (ALLEWELDT 1956, RIDDEL und GRIES 1958, BOGUS-LAWSKI und LIMBERG 1960), Sorgum (KEULEMANS 1959, NIOPEK 1960), Mais (NIOPEK 1960), Reis (BEST 1960), Alexandrinerklee (LIMBERG und ENAYAT 1959), Sojabohnen (JOHNSON, BORTHWICK und LEFFEL 1960), Kartoffel (KOPETZ u. STEINECK 1954, KRUG 1960,

1965), Hafer (KRUG und LIMBERG 1970). VÖMEL (1955) fand bei weißer Lupine keine Tageslängeneinflüsse auf die Entwicklung und LIMBERG (1959) nur eine sehr geringe Reaktion bei Platterbse.

Die Photoperiode wirkt jedoch nicht nur auf die Ausbildung der Blütenprimordien, sondern auch auf ihre Weiterentwicklung (NITSCH 1965), sowie auf andere Merkmale, wie das Längenwachstum (GARNER und ALLARD 1920, KRUG 1967) und die Wuchsgeschwindigkeit (VÖMEL 1955). Es können für die Weiterentwicklung der Primordien häufig andere photoperiodische Optimalbereiche notwendig sein, als für ihre Ausbildung, wie POST (1934) an *Callistephus chinensis* zeigen konnte. EGUCHI (1937) bestätigte dies und fand für einige Pflanzen sogar die Notwendigkeit gegenteiliger photoperiodischer Induktionen.

In fast allen genannten Arbeiten wurde eine starke Temperaturabhängigkeit der Photoperiode festgestellt. Diese beiden Faktoren können daher niemals isoliert betrachtet werden (vergl. a. HAMNER und BONNER 1938, LONG 1939, SALISBURY 1955, SEARLE 1961).

Für die Weiterentwicklung der Infloreszenzen oder einzelner Blütenorgane können wiederum spezifische Verhältnisse günstig oder ungünstig wirken. OKADA (1951) erzielte bei *Zinnia elegans* durch eine Verkürzung der Tageslänge eine Verringerung der Zungenblütenzahl im Verhältnis zu den Röhrenblüten. Bei diözischen Pflanzen kann durch die Tageslänge das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Blüten verändert werden, was schon durch TOURNOIS (1911, 1912, 1914) und SCHAFFNER (1921, 1931) beschrieben wurde. Bei Kurztagpflanzen, wie *Cannabis sativa* und *Humulus japonicus*, trat durch Verkürzung der Tageslänge eine stärkere Verweiblichung ein. Bei Langtagpflanzen, wie *Spinacea oleracea* (THOMPSON 1955), werden dagegen im Kurztag verstärkt männliche Blüten ausgebildet. Niedrige Temperaturen wirken oft verweiblichend und hohe begünstigen die männlichen Blütenteile (RICHEY und SPRAGUE 1932, NITSCH 1965, THOMPSON 1955, NAPP-ZINN 1967). Auch völlige Sterilität, sowie nur männliche oder nur weibliche Sterilität, kann durch Einfluß von Tageslänge und Temperatur ausgelöst werden (GALINAT und NAYLOR 1951).

Die Erklärung der photoperiodischen Wirkung von BÜNNING (1953) wird heute allgemein akzeptiert. Sie besagt, daß die Pflanze einem Hell-Dunkel-Rhythmus unterliegt und dieser 2 entgegengesetzte Zustände auslöst: in dem einen fördert ein Lichtreiz die Blütenbildung (photophile Phase), im anderen hemmt das Licht (skotophile Phase). Diese Phasen laufen bei Lang- und Kurztagpflanzen verschieden ab. Bei letzteren wird die photophile Phase durch die Belichtung induziert und dauert 10 - 12 Stunden, während dieser Zeit benötigt die Pflanze zur Blühförderung weitere Belichtung. Dagegen hat die Belichtung in der skotophilen Phase eine blühhemmende Wirkung. Bei den Langtagpflanzen wird die photophile Phase erst 12 Stunden nach Beginn der Belichtung, die auch in einer kurzen induktiven Beleuchtung bestehen kann, eingeleitet. Diese Theorie konnte durch die Störlicht-Versuche an vielen Pflanzen gefestigt werden, besonders durch HARDER (1953) an der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. Die Störlichtmethode ermöglichte auch die photoperiodisch wirksamen Spektralbereiche zu ermitteln (BORTHWICK, HENDRICKS und PARKER 1938). Hierbei zeigte sich, daß das Licht nicht nur in seiner Hell-Dunkelphase eine Bedeutung hat, wobei die Dunkelphase von besonderer Wichtigkeit zu sein scheint (HAMNER und BONNER 1938), sondern auch die spektrale Zusammensetzung (SALLISBURY und BONNER 1956) und die Lichtintensität (HAMNER 1940) die Entwicklung und das Wachstum maßgeblich beeinflussen.

2. Die Sonnenblume als Reaktionstyp

Über die Reaktion der Sonnenblume auf Photoperiode und Temperatur sind in der Literatur unterschiedliche Angaben zu finden. GARNER und ALLARD (1920) erzielten bei Tageslängenverschiebungen keine Beeinflussung der Blühzeit, wohl aber im Kurztag eine Hemmung der Wuchshöhe. BURDENSKI (1941) bezeichnete sie als Langtagpflanze. In den Saatzeitversuchen von SCHUSTER (1956) konnte die Temperatursummenregel von OETTINGEN (1879) angewandt werden, die zu dem Schluß führte, daß die in den Versuchen angebauten Sorten tagneutral sind. Zum gleichen Ergebnis kommt SCHULZE (1958), wenn er eine Basistemperatur für die Anwendung der Temperatursummenregel berücksichtigt. ALEKSEED (1958) behandelte *Helianthus annuus* in seinen Zuchtversuchen als Kurztagpflanze. DYER, SKOK und SCULLY (1959) fanden

eine Kurztagreaktion der Sonnenblume, wobei die untersuchte Sorte jedoch auch im Langtag noch zur Blüte gelangte. ROBINSON et. al. (1967) fanden in ökologisch stark differenzierten Anbauversuchen, daß nur einige der Stämme Kurztagreaktion zeigten. SCHUSTER (1969) erhielt durch stärkere Differenzierungen von Tageslänge und Temperatur eine quantitative, von der Sorte abhängige Kurztagreaktion.

Der einfache Saatzeitversuch, wie er von BURDENSKI (1941), PUTT und UNRAU (1943), SCHUSTER (1956), TREPAČEV (1956), BOGUSLAWSKI und SCHUSTER (1957), PEDENKO (1962), SCHULZE (1958), SEMICHNENKO und KAMENNO-BRODSKAJA (1962), STEIKHARD (1961, 1964), PINTHUS (1963), ANONYMUS (1964) durchgeführt wurde, reicht offensichtlich allein nicht aus, um eine klare Aussage über den Reaktionstyp von *Helianthus annuus* zu geben, zumal hierbei keine Trennung zwischen dem Einfluß von Temperatur und Photoperiode möglich ist. Das gelingt nur unter kontrollierten Anbaubedingungen in einem Phytotron oder klimatisierbaren Gewächshaus (BRETSCHNEIDER-HERRMANN (1966).

Durch die kombinierte Versuchsanstellung von Saatzeitversuchen im Freiland und Prüfung der gleichen Varianten im klimatisierten Gewächshaus können klare Aussagen über die Reaktion auf photoperiodische und Temperaturveränderungen gewonnen werden (BRETSCHNEIDER-HERRMANN und SCHUSTER 1967, SCHUSTER und BRETSCHNEIDER-HERRMANN 1967a).

Diese Erfahrungen sollten zur Aufdeckung des Reaktionstyps von verschiedenen Sonnenblumensorten, die aus den unterschiedlichsten Gebieten der Erde stammen, ausgenützt werden. Dabei erscheint es wichtig, nicht nur den Einfluß der Photoperiode und Temperatur auf die Entwicklung, sondern auch auf das Wachstum zu prüfen. Im Zusammenwirken von Wachstum und Entwicklung wird der für die landwirtschaftliche Produktion wichtige Ertrag gebildet.

II. Versuchsanstellung

1. Saatzeit/Standort/Erntezeit-Versuche

Zur Prüfung des Reaktionstyps der verschiedenen Sonnenblumensorten soll in dieser Arbeit sowohl die Entwicklung als auch die Leistung unter veränderter Photoperiode und Temperatur untersucht werden.

Es wurden auf 2 Standorten Groß-Gerau und Rauischholzhausen in den Jahren 1968 und 1969 Saatzeitversuche mit verschiedenen Erntezeitpunkten durchgeführt.

Die Varianten in diesen Versuchen waren:

1. Admiral Eine frühreife, kanadische Hybridsorte für Körnerleistungen, die in der Wuchshöhe niedrig und dadurch standfest ist und eine geringe Sklerotiniaanfälligkeit zeigt.
2. Hesa Eine deutsche mittelfrühe Sorte, für Futter- und Körnerleistungen geeignet, mit mittlerer Wuchshöhe. In der Standfestigkeit mittel bis gut und unter feuchten Verhältnissen Sklerotinia und Bortrytis anfällig.
3. Vniimk 8931 Eine russische mittelspäte Sorte, durch ihre hohen Ölgehalte besonders zur Kornproduktion geeignet.
4. FW 436/59 Ein Zuchtstamm des Instituts für Pflanzenbau und -Züchtung Giessen. Ein weichbehaarter, spätreifer Futtertyp, mit hohem Wuchs und zur Reife geringerer Standfestigkeit; er neigt zu Sklerotiniabefall.
5. Hesa + N Diese Variante erhielt zusätzlich 60 kg/ha N als Kopfdüngung bei Beginn der Knospenbildung.

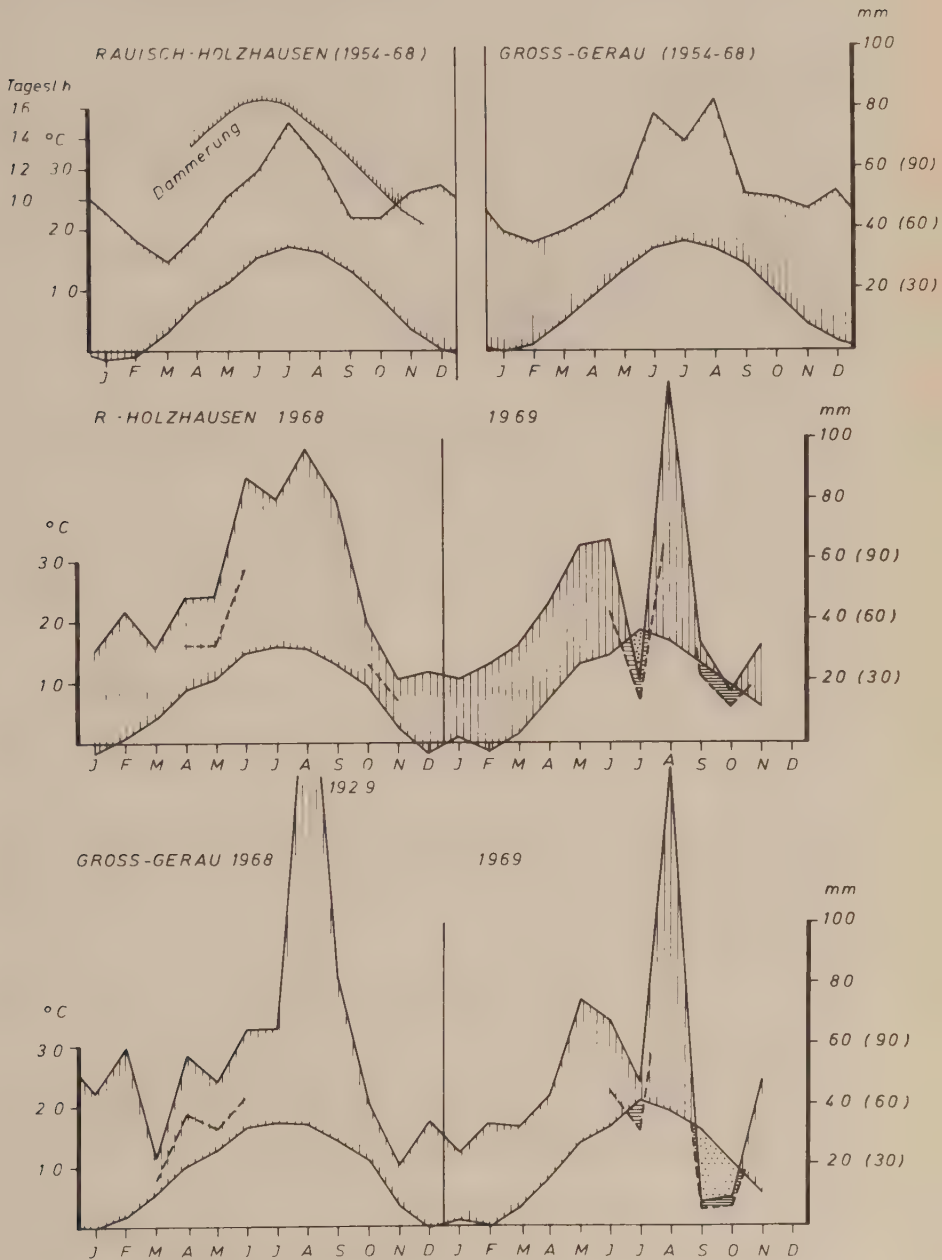
Die beiden Standorte sind folgendermaßen zu charakterisieren:

Rauischholzhausen liegt bei Marburg im Amöneburger Becken am Fuße des Vogelsberges, 220 m über NN. Die langjährige mittlere Tagestemperatur beträgt $8,0^{\circ}\text{C}$, der mittlere Jahresniederschlag von 15 Jahren 596 mm. Der Boden ist eine schwach pseudovergleyte Parabraunerde mit der Bodenwertzahl 68 - 70.

Groß-Gerau liegt im Rhein-Main-Gebiet, 88 m über NN. Die langjährige mittlere Tagestemperatur beträgt $9,6^{\circ}\text{C}$ und die Niederschlagssumme 639 mm. Das Klima ist durch die relativ hohen Temperaturen und eine mittlere bis niedrige Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet. Der Boden ist ein schwachhumoser, lehmiger Sand mit Bodenwertzahlen von 24 bis 28.

Abbildung 1 zeigt im Klimadiagramm nach WALTER (1956) die Temperatur- und Niederschlagskurven im Mittel von 1954 - 1968, sowie den Witterungsverlauf beider Standorte in den Versuchsjahren 1968 und 1969.

Abb 1 Langjähriger Witterungsverlauf sowie der Verlauf in den beiden Versuchsjahren 1968 und 1969 und auf den beiden Versuchsorten R-Holzhausen und Gr-Gerau



Die Witterung in den Versuchsjahren kann kurz wie folgt beschrieben werden:

Rauischholzhausen 1968

Die Temperaturen lagen nach einer relativ warmen Periode im ersten Drittel des Jahres vom Mai an während der ganzen Vegetation unter den 15-jährigen Mittelwerten. Der April wies die größten Schwankungen auf. Relativ warme Perioden konnten während der letzten Juni- bis zur 2. Juli-Pentade sowie in den drei ersten Pentaden des Oktober festgestellt werden.

1968 war ein regenreiches Jahr. Besonders starke Niederschläge wurden im Juni, August und September gemessen.

Am 21. und 24. September traten starke Niederschläge mit Wind auf, die Schäden in den Sonnenblumenbeständen anrichteten.

Rauischholzhausen 1969

1969 schwankten die Temperaturen stark, vor allem im Frühjahr und Vorsommer. Im Mai und besonders im Juli bis Mitte August lagen die Temperaturen über dem langjährigen Mittel. Auch im Oktober herrschten vielfach relativ hohe Temperaturen.

Die Niederschläge lagen bis zum Juni etwas über dem Mittel, von der letzten Dekade dieses Monats bis zur 3. Dekade im August regnete es jedoch kaum. Ab Mitte August fielen starke Niederschläge, so entstanden am 20. August und 18. September stärkere Schäden durch heftige Regenfälle mit Wind.

Groß-Gerau 1968

Außer etwas über dem 15-jährigen Mittel liegenden Werten im ersten Drittel des Jahres entsprachen die Temperaturen überwiegend den langjährigen Mittelwerten. In der letzten Augustdekade lagen die Werte um 2°C über dem langjährigen Mittel (16°C). Auch der Oktober war relativ warm.

Insgesamt fielen unter dem langjährigen Mittel liegende Niederschlagswerte, wobei der März am niederschlagärmsten war. Ausnahmen bildeten die Monate August und September, die mit 193 und 83 mm weit über dem Mittel lagen.

Groß-Gerau 1969

Zu Anfang des Jahres lagen die Temperaturen unter dem langjährigen Mittel, im Mai und Juni entsprachen sie weitgehend und danach stiegen sie über den Mittelwert an. Von Juli bis Mitte August wurden die entsprechenden Werte um durchschnittlich 5°C überschritten.

Die Niederschlagsmengen entsprachen bis Mitte Juni weitgehend den Mittelwerten. Von da an herrschte bis zum November eine Trockenzeit, die nur im Juli durch einen starken Regenfall in der 6. Pentade und eine regenreiche Periode im August unterbrochen wurde.

Die 5 Saattermine waren so gelegt, daß möglichst große Unterschiede in den Temperaturen und Photoperioden erfaßt wurden:

	Rauischholzhausen				Groß-Gerau			
	1968		1969		1968		1969	
	Saatz.	Aufgg.	Saatz.	Aufgg.	Saatz.	Aufgg.	Saatz.	Aufgg.
I Mitte Apr.	17.4.	28.4.	11.4.	4.5.	9.4.	22.4.	14.4.	3.5.
II Mitte Mai	16.5.	28.5.	12.5.	23.5.	14.5. (25.5.)	24.5. (30.5. ⁺)	14.5.	22.5.
III Ende Juni	27.6.	3.7.	24.6.	2.7.	27.6.	2.7.	25.6.	2.7.
IV Mitte Juli	15.7.	24.7.	16.7.	22.7. (31.7. ^o)	16.7.	25.7.	15.7.	21.7.
V Anfg. Aug.	7.8.	14.8.	5.8.	11.8.	10.8.	17.8.	6.8.	12.8.

⁺ Fehlerhaft eingestellte Drillmaschine zwang zum Nachlegen

^o Handauslage erst nach Angießen aufgelaufen

Es wurde zu folgenden Terminen geerntet:

A - Grünschnitt bei Blühbeginn (+ 5 % aufgeblühte Pflanzen)

B - Grünschnitt bei voller Blüte (+ 90 % aufgeblühte Pflanzen)

C - bei Kornreife

Da die Ergebnisse der Erntezeiten A und B die gleiche Tendenz wie bei BOGUSLAWSKI und SCHUSTER (1957) zeigten, wurde im 2. Anbaujahr auf die B-Schnittzeit verzichtet.

Rauischholzhausen und Groß-Gerau erhielten unterschiedliche Düngergaben, da die Böden dieser Standorte verschiedene Nährstoffgehalte aufweisen:

	N	K	P
Rauischholzhausen:	50 + 30Kg/ha	140 Kg/ha	56 Kg/ha
als KAS		40 % Kali	23 % Novaphos
Groß-Gerau:	80 + 40Kg/ha	200 Kg/ha	45 Kg/ha
als KAS		Kali-Magnesia	Superphosphat

Die Variante "Hesa + N" erhielt eine zusätzliche Kopfdüngung zur Knospenbildung von 60 Kg/ha N als Kalkammonsalpeter.

In Groß-Gerau mußte nach starken Regenfällen, welche auf dem Sandboden eine hohe Stickstoffauswaschung zur Folge hatten, die Kopfdüngung erhöht werden. So erhielt 1968 die IV. und 1969 die II. Saatzeit zusätzlich 30 kg/ha und die V. 1969 20 kg/ha N.

Als Versuchsanlage wurde bei der I. und II., sowie III. und IV. Saatzeit jeweils die Spalt-Blockanlage (LOCHOW und SCHUSTER 1961), mit 4 Wiederholungen gewählt. Die V. Saatzeit wurde als Lateinisches Quadrat gesondert angelegt.

Die Parzellengröße betrug $14,4 \text{ m}^2$ in Rauischholzhausen und $13,4 \text{ m}^2$ in Groß-Gerau. Die Körnerleistungen wurden nur in der I. und II. Saatzeit geprüft, da bei später Aussaat allgemein eine Ausreife nicht mehr gewährleistet ist. Entsprechend konnte in der V. Saatzeit nur die Variante "Ernte bei Blühbeginn" bzw. Ertrag bei Vegetationsende berücksichtigt werden, da die Mehrzahl der Sorten dieser Saatzeit das Stadium Blühbeginn nicht mehr erreichten. Diese Saatzeit wurde deshalb in die gesamtvarianzanalytische Verrechnung (MUDRA 1958) nicht mit einbezogen. Die Kornleistung wurde getrennt verrechnet.

Der Standraum für die Körnerleistungen betrug $40 \times 40 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^2$. Die Aussaat erfolgte in Handauslage. Die Grünschnitte wurden mit einem Standraum von $40 \times 10 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$ (in Groß-Gerau aus versuchstechnischen Gründen $35 \times 11 \text{ cm}$) mit der Øjod-Parzellen-Drillmaschine ausgesät und bei 10-20 cm Wuchshöhe auf die richtige Pflanzenzahl verzogen.

Während der Vegetation konnten phänologische Beobachtungen und mehrfach Wuchshöhenmessungen durchgeführt werden.

Bei Ernte der Grünschnitte wurden Grünmasseerträge, Anteile an Stengel, Blatt und Korb bzw. Blüte, sowie Trockensubstanz-, Rohprotein- und Rohfasergehalte der einzelnen Fraktionen ermittelt.

Zur Kornreife wurden Stroh- und Kornerträge sowie besetzte Korbfläche, Schalenanteil, Tausend-Korn-Gewicht und Rohfettgehalt der Kerne bestimmt.

Neben den obengenannten Leistungsprüfungen kamen zu den gleichen Saatterminen auf den selben Standorten und in den beiden Jahren 15 Sonnenblumensorten zur Aussaat. Es handelt sich um die 5 obengenannten Varianten, sowie die folgenden weiteren 11 Sorten:

6. v. Boguslawski's frühe - eine frühe Körnersonnenblume aus dem Institut f. Pflanzenbau u. -Züchtung, Giessen
7. Spanner's Allzweck - eine mittelfrühe Körner- sowie Futtersonnenblume aus Bayern.
8. Sobrid - eine neue mittelfrühe Hybridsorte des Instituts f. Pflanzenbau u. -Züchtung, Giessen, für Körnerleistung.
9. Giganta - eine späte, schwachbehaarte, neue Futtersonnenblume in Giessen gezüchtet.
10. Commander - eine frühe, großkörnige Knabbersorte aus Kanada.
11. Jupiter - eine frühe, kleinkörnige Körnersorte aus Süd-Afrika.
12. Borowski - eine frühe bis mittelfrühe Sorte aus Polen.
13. Record - eine mittelspäte Körnersorte mit hohem Fettgehalt, aus Rumänien.
14. Iregi - eine mittelspäte Körnersorte aus Ungarn.
15. Kiswardai - eine mittelspäte bis späte Sorte aus Ungarn.
16. Kort Russ - eine sehr späte Sonnenblume aus Süd-Afrika.

Die entwicklungsphysiologische Reaktion dieser aus sehr verschiedenen Gebieten stammenden Sorten wurde untersucht; auch Wuchshöhenmessungen in 10 bis 14 tägigen Intervallen sowie Untersuchungen am Vegetationskegel mindestens einmal wöchentlich festgehalten.

Die Anbaubedingungen waren bis auf die Bestandesdichte, die hier nur 40x20 cm betrug, die gleichen wie bei den Leistungsprüfungen.

Von den zur Reife gelangten Parzellen wurden einige Körbe geerntet und

an den Körnern Schalenanteil, Rohfettgehalte und Tausend-Korn-Gewicht bestimmt. Ertragsfeststellungen erfolgten nicht.

Um noch deutlichere Differenzierungen im Einfluß der Temperatur und Tageslänge zu erhalten, konnte eine Körnerleistungsprüfung mit den gleichen Varianten und den 15 Sorten, wie in Rauschholzhausen und Groß-Gerau, auch in Chimoio / Moçambique angelegt werden. Es wurden im wesentlichen die gleichen Feststellungen und Beobachtungen durchgeführt.

Chimoio liegt auf dem 19⁰ südlicher Breite, auf einer Hochebene 670 m über NN. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 18⁰ C und die Jahresniederschlagsmenge schwankt zwischen 530 und 1780 mm, das 15-jährige Mittel ist 1046 mm. Auf einen warmen niederschlagsreichen Sommer folgt ein milder, 0⁰ C selten erreichender, trockener Winter. Die Niederschläge fallen unregelmäßig und meist heftig in der Regenzeit von November bis April (siehe auch Abbildung 2). Der Boden der Versuchsfäche ist grauer-humoser-Sand, mit einem pH-Wert um 5,0.

Der Witterungsverlauf der Versuchsperiode war unregelmäßig. Die Temperaturen lagen über dem 15-jährigen Mittel, besonders im Februar. Die Niederschlagsmengen waren von November bis Januar dem 15-jährigen Mittel vergleichbar, lagen aber im Februar bedeutend unter und im März stark über diesem. Besonders ungünstig waren die 14-tägigen Trockenperioden von der 3. bis zur 6. Dezember- und von der letzten Januar- bis zur 3. Februar-Pentade.

Der Versuch in Chimoio kam zur Aussaat:

I. Saatzeit am 26.11.1968 (Aufgang am 2.12.)

II. Saatzeit am 20. 1.1969 (Aufgang am 26.1.)

Der Aufgang war infolge zu hoher Bodenfeuchtigkeit und hoher Temperatur (28⁰ C Tagesmittel) lückig. Die Kornleistungsprüfung war nach Fehlstellenausgleich auswertbar.

Gedüngt wurde mit:

50 + 30 Kg/ha N	}	Als 15:15:15 Mischung plus 125 Kg K als 60 % Kali
41 + 125 Kg/ha K		
22 Kg/ha P		

Die Variante 5 (Hesa + N) erhielt 140 Kg/ha N

2. Modellversuch im klimatisierten Gewächshaus

Zur Ergänzung und Erweiterung der Feldversuche wurden 9 Sonnenblumensorten in einem Gefäßversuch im klimatisierbaren Gewächshaus in Rauischholzhausen geprüft.

Vier Zellen standen zur Verfügung, jede mit einer Versuchsfläche von $4,86 \text{ m}^2$. Pro Zelle dienten 8 Leuchtstoffröhren Sylvania Gro Lux VHO/WS 215 W, mit einer Intensität von 2300 Lux bei 75 cm Entfernung, als Zusatzlicht zur Regulierung der Tageslänge. Der Versuch wurde im Winter durchgeführt um durch ein Ein- und Ausschalten der Zusatzbeleuchtung die Tageslänge regulieren zu können. Die gelieferte Lichtmenge ist ausreichend um photoinduktive Wirkungen zu erzeugen (HARDER, FABIAN und DENFFER 1937). Die Versuche wurden in Mitscherlichgefäßen durchgeführt, die mit 6,4 kg eines Löß-Sandgemisches von 1:1 gefüllt waren. Jedes Gefäß bekam eine Grunddüngung von $N = 0,5 \text{ g}$, $K = 2,0 \text{ g}$, $P = 0,4 \text{ g}$, $Mg = 0,2 \text{ g}$, $CaCO_3 = 3,0 \text{ g}$. Es folgten 2 Kopfdüngungen, die jeweils im 3-4 Blattstadium und bei Beginn der Knospenbildung der Sorte Hesa in der jeweiligen Zelle verabfolgt wurden. Zur

1. Kopfdüngung wurden $N = 0,5 \text{ g}$, $K = 1,0 \text{ g}$, $P = 0,2 \text{ g}$, und zur
2. Kopfdüngung $N = 1,0 \text{ g}$ gegeben.

Folgende Varianten wurden geprüft:

2 Tageslängen: 13 und 17 Stunden-Tag mit je

2 Temperaturstufen: $24,5^\circ\text{C}$ Tag-, $17,5^\circ\text{C}$ Nachttemperatur
= $21,9^\circ\text{C}$ mittlere Tages-
Temperatur

und $15,0^\circ\text{C}$ Tag-, $8,0^\circ\text{C}$ Nachttemperatur = $12,4^\circ\text{C}$
mittlere Tages-Temperatur.

Die Tag-Temperatur wurde in beiden Fällen 15 Stunden, die Nacht-Temperatur 9 Stunden appliziert.

9 Sonnenblumensorten:

Admiral

Sobrid

Commander

Vniimk 8931

Borowski	Kiswardai
Hesa	FW 436/59
Hesa + N	Kort Russ

Die Stickstoffsteigerung der Sorte Hesa erhielt statt der oben genannten Mengen jeweils eine Teilgabe von 0,7, 0,7 und 1,4 g N.

Nach dem Aufgang, der bei einer einheitlichen Temperatur von 16° C erfolgte, wurde auf 10 Pflanzen pro Gefäß vereinzelt. Zur exakten Bestimmung des Entwicklungsverlaufes wurden in regelmäßigen Abständen von 3-5 Tagen Vegetationskegeluntersuchungen durchgeführt, beginnend am 5.1.1969. So reduzierte sich bis zum vollen Knospenstadium (A₄) die Anzahl der Gefäße pro Variante auf 3 mit je 3 Pflanzen.

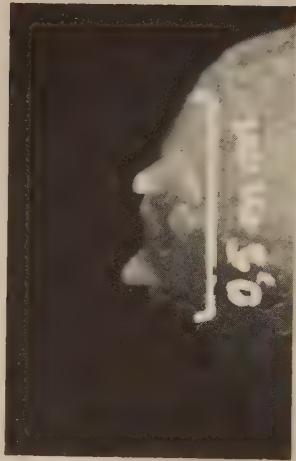
In 10 tägigen Intervallen erfolgten Wuchshöhenmessungen an 3 Pflanzen pro Gefäß, die morphologischen Merkmale der Entwicklung, wie Erscheinen der Knospenspitzen und Blühbeginn wurden festgehalten. Bei Erreichen des Stadiums Blühbeginn wurde die Endwuchshöhe und Blattzahl je Pflanze ermittelt.

3. Beobachtungen am Vegetationskegel

Die erste morphologische Änderung nach der Umstimmung der Pflanze zeigt sich am Vegetationskegel an der Differenzierung der Infloreszenzprimordien. Weitere Einflüsse zeigen sich dann in der Geschwindigkeit der Entwicklung und der Zahl der Blüten pro Korb. Es ist daher für eine sichere Beurteilung der Faktoren, welche die Entwicklung beeinflussen, bedeutsam, die äußerlich nicht sichtbaren Entwicklungsstadien zu ermitteln. Bei Gramineen liegen u. a. Untersuchungen von NOGUSHI (1929), WEBER (1938), BONNET (1940), BOMMER (1959), NIOPEK (1960), BANERJEE und WIENHUS (1965), BRETSCHNEIDER (1965) vor. Ein umfassendes Werk von KUPERMANN (1962) ist in russischer Sprache erschienen. Hier wird die Entwicklung einer ganzen Reihe von Kulturpflanzen beschrieben und in Abbildungen gezeigt, u. a. auch die der Sonnenblume.

Abbildung : 3

Entwicklung von Infloreszenz - Primordien bei Sonnenblumen (*H. annuus*)
(Stadien)



vor „D“



Seitenansicht



„D“
Aufsicht



nach „D“



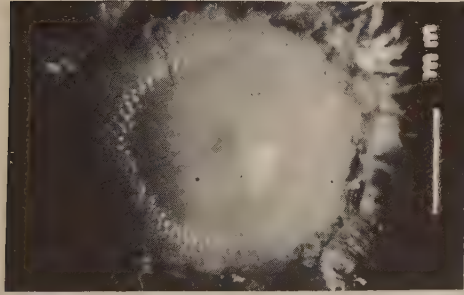
kurz vor „B₀“



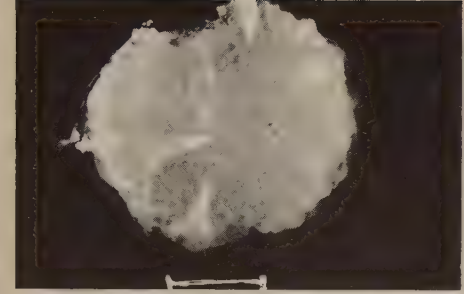
kurz vor "B₀"



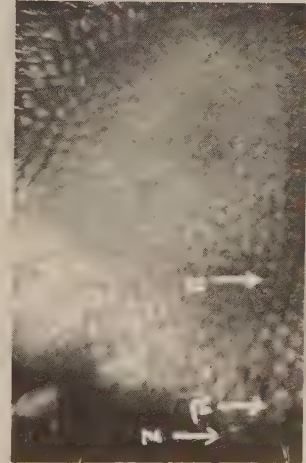
"B₀"



"B₁"



nach "B₁"



"B₃ A₂"
 Z = Zungenblütchen
 R = Röhrenblütchen
 A = Antherenbildung



Ausschnitt aus Bild links
 Pfeil zeigt Antherenprimordien im Inneren
 des Blütchens

GRACZA (1964) beschreibt die Entwicklung der einzelnen Blüten im Korb. In der vorliegenden Arbeit wird versucht ein detailliertes Schema von dem Moment der Umstimmung bis zur Blüte aufzustellen.

Abbildung 3 zeigt die verschiedenen Entwicklungsstadien:

Während des vegetativen Wachstums ist der Vegetationskegel flach und dreieckig (vor "D").

Das erste Zeichen der Umstimmung ist eine Aufwölbung und Verbreiterung des Vegetationskegels. Dieses Stadium wird in Anlehnung an MELCHERS und LANG (1948) mit "D" (= Determination) bezeichnet. Es folgt eine Phase des Breitenwachstums in eine aufgewölbte Scheibe; gleichzeitig bilden sich an der Peripherie die Hüllkelchblätter.

Am Ende dieser Phase beginnt sich vom Rande her eine wulstartige Erhöhung zu bilden (B_0 -Stadium), die sich zum Zentrum der Scheibe, dem zukünftigen Korb, ausdehnt. Alle weiteren Entwicklungen erfolgen ebenfalls vom Rande her. Auf der wulstartigen Erhebung beginnen sich schiffchenförmige Höcker zu differenzieren, die sich durch Furchung in 2 Hälften teilen, wobei der zum Rand hin gelegene Teil eine Pyramidenform annimmt und der zum Zentrum gelegene zuerst einem Tropfen gleicht. Ersterer wird zu einem Spreublatt, während das tropfenförmige Gebilde sich zum Blütchen weiterentwickelt. Als " B_1 -Stadium" wird definiert, wenn ein Kranz von Blütenprimordien sichtbar wird. Diese nehmen bald eine zylindrische Form an, auf deren äußeren Rand sich 5 Höcker zu 5 Kronblättern entwickeln, welche bald zu einer Röhre verwachsen. Bevor diese sich jedoch schließt, erscheinen im inneren 5 tröpfchenförmige Gebilde, welche die Primordien der Antheren darstellen (siehe Ausschnitt aus B_3A_2 -Stadium). Erst nach dem Schließen der Röhre bildet sich die 2-lappige Narbe.

Die Spreublätter wachsen in dieser Phase sehr schnell und überdecken bald die Blütchen (siehe B_3A_2 -Stadium).

Erst nachdem einige Kränze von Röhrenblütchen differenziert sind, er-

scheinen die Zungenblüten, die sich sofort deutlich von ersteren unterscheiden.

Macht die Blüten-Differenzierung etwa $1/4$ bis $1/3$ der Scheibe aus (B_2 -Stadium), kann morphologisch das Erscheinen der Knospenspitzen beobachtet werden.

Es wurden folgende Stadien festgehalten:

D = Determination

B = Blütenbildung

B_1 = ein Kranz von Blütenprimordien gebildet

B_2 = Blütenbildung über $1/4$ bis $1/3$ des Korbes, dies entspricht dem Erscheinen der Knospenspitzen.

A = Antherenbildung

A_4 = Antherenbildung bis zum Zentrum, entspricht dem vollen Knospens stadium.

Blüte

Kornreife

III. Versuchsergebnisse

1. Temperatur- und Tageslängenversuch im klimatisierten Gewächshaus

a. Entwicklungsverlauf

Der Entwicklungs- und Wachstumsverlauf und der Einfluß von Temperatur und Photoperiode läßt sich wie schon bekannt am sichersten unter kontrollierten Wachstumsbedingungen prüfen.

In Abbildung 4 und Tabelle 1 wird der Entwicklungsverlauf der 10 Sonnenblumenvarianten im klimatisierten Gewächshaus bei 2 Tages- und 2 Temperaturstufen gezeigt. Es sind festgehalten die Zeit von Aufgang bis Erreichen des D-, des B₁-Stadiums und des Blühbeginns.

Den geringsten Einfluß haben die Temperatur und Photoperiode auf das D-Stadium, während der Blühbeginn wesentlich stärker variiert wurde. Die Verzögerung bzw. Beschleunigung beträgt maximal bei "Kiswardai" 35 Tage. Bei der Sorte "Hesa" wird das D-Stadium dagegen im 17-Stundentag bei niedrigen Temperaturen nur 8 Tage später als im 13-Stundentag bei hohen Temperaturen erreicht.

Bei den meisten Sorten findet eine Entwicklungsverzögerung durch kühle Temperaturen und unter Langtageinfluß statt. Die Sorten "Admiral" und "Kort Russ" zeigen dagegen eine Entwicklungsverzögerung im Kurztag, wobei diese bei letzterer unter kühlen Bedingungen verstärkt wird. Die gleiche Tendenz konnte unter hohen Temperaturen bei "Vniimk 8931" beobachtet werden. Sie zeigte im 17-Stundentag einen um 6 Tage früheren Beginn des D-Stadiums. Bei "Sobrid" und "Hesa + N" trat eine gewisse Beschleunigung unter kühlen Temperaturen im Langtag ein, dagegen unter warmen Bedingungen eine Verzögerung von 5 bzw. 4 Tagen.

Zwischen den Sorten bestehen allgemein große Differenzen in der Länge der Zeit vom Aufgang bis zum D-Stadium (siehe Tabelle 1). Bei den Sorten "Commander", "Borowski" und "Admiral" wird schon 31 - 33 Tage nach dem Aufgang im Kurztag bei hohen Temperaturen die Deter-

Tabelle 1

Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen mit 2 Temperatur- und 2 Tageslängenvarianten bei 10 Sonnenblumensorten bzw. -Varianten.

Vegetationstage

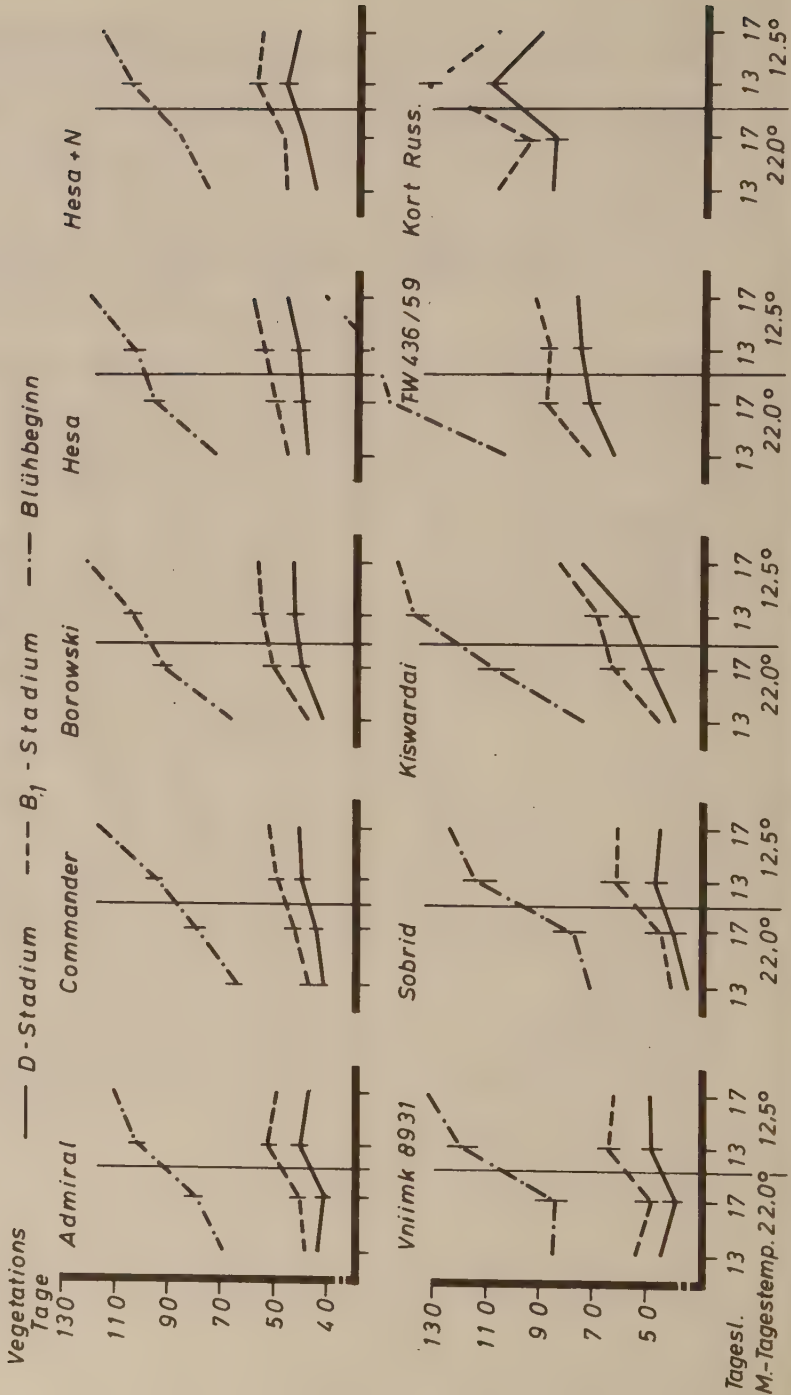
Klima- variante	22 ^o C			12,5 ^o C			M		
	13	17	M	13	17	M	13	17	M
	Stunden Tag	Stunden Tag		Stunden Tag	Stunden Tag		Stunden Tag		
bis zum D-Stadium									
Admiral	33	30	32	40	37	39	37	34	35
Commander	31	34	33	40	41	41	36	38	37
Borowski	32	40	36	43	43	43	38	42	40
Hesa	38	40	39	42	46	44	40	43	42
Hesa + N	36	40	38	47	43	45	42	42	47
Sobrid	35	40	38	47	45	46	41	43	42
Vniimk 8931	45	39	42	48	49	49	47	44	45
Kiswardai	40	49	45	57	75	66	49	62	55
FW 436/59	63	72	68	76	77	77	70	75	72
Kort Russ	87 ⁺	86 ⁺	87 ⁺	110 ⁺	92 ⁺	101 ⁺	99 ⁺	89 ⁺	94
M- bis "D"	39	43	41	49	51	50	44	47	46
bis zum Blühbeginn									
Admiral	69	79	74	102	110	106	86	95	90
Commander	64	79	72	95	117	106	80	98	89
Borowski	67	92	80	104	122	113	86	107	96
Hesa	73	96	85	104	121	113	89	109	99
Hesa + N	76	87	82	105	117	111	91	102	96
Sobrid	71	77	74	114	124	119	93	101	96
Vniimk 8931	85	84	85	120	132	126	102	108	105
Kiswardai	74	108	91	138	144	141	106	126	116
FW 436/59	102	109 ^o	106 ^o	125 ^o	152 ^o	139 ^o	114 ^o	131 ^o	122 ^o
Kort Russ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M- bis Blühbeg.	76	90	83	112	127	119	94	109	101

+ starke Streuung zwischen den einzelnen Pflanzen. Im Mittel nicht berücksichtigt

o Ende des Versuches in der jeweiligen Zelle.

Abb. 4 Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen mit 2 Temperatur- und 2 Tageslängenvarianten bei 10 Sonnenblumensorten bzw.-varianten

Entwicklungsverlauf



mination erreicht, während "FW 436/59" 63 Tage benötigt. Eine Mittelstellung nehmen "Sobrid" und "Hesa", "Kiswardai" und "Vniimk" ein. "Kort Russ" ist noch später als "FW 436/59", jedoch wies sie zwischen den einzelnen Pflanzen eine starke Streuung auf, so daß die Werte nur Tendenzen anzeigen können.

Die weitere Entwicklung wird etwas stärker von Temperatur und Tageslänge beeinflusst. Dies zeigt sich schon im B_1 -Stadium und verstärkt sich bis zur Blüte. Dabei bewirken allgemein Langtag und niedrige Temperaturen eine Verzögerung der Entwicklung. Beide Faktoren wirken meist additiv; d. h. durch Erniedrigung der Temperatur von 22°C auf $12,5^{\circ}\text{C}$ und Verlängerung der Photoperiode von 13 auf 17 Stunden tritt eine etwa gleich starke Verzögerung ein. Bis zum B_1 -Stadium wurde dieses jedoch bei "Kort Russ" nicht festgestellt, wo eine starke Verkürzung der Entwicklungsdauer in Verbindung mit dem Langtag beobachtet wurde. "Sobrid" und "Hesa" zeigten ebenfalls eine leichte Verkürzung der Vegetationszeit von "D" bis " B_1 " im Langtag bei hohen und "Kiswardai" unter niedrigen Temperaturen.

Bei allen Sorten konnte von "D" bis zum Blühbeginn die kürzeste Zeit bei Kurztag und hohen Temperaturen festgestellt werden. Die Werte lagen zwischen 33 Tagen bei "Commander" und 40 Tagen bei "Hesa + N" und "Vniimk 8931". Unter kühlen Temperaturen im Langtag betrug die Verlängerung 73 Tage bei "Admiral" und 83 Tage bei "Vniimk". Lediglich "Kiswardai" zeigte eine längere Entwicklungsdauer von "D" bis zur Blüte im Kurztag bei niedrigen Temperaturen von 81 Tagen, dagegen 69 Tage bei gleicher Temperatur im Langtag.

"FW 436/59" gelangte nur unter Kurztag und hohen Temperaturen zur Blüte und "Kort Russ" nur in einigen Fällen bis zum B_1 -Stadium, da der Versuch vorher abgebrochen werden mußte.

Alle Sorten, mit Ausnahme von "Vniimk" kamen unter hohen Temperaturen und Kurztagverhältnissen schneller zur Blüte. "Vniimk" zeigte einen um einen Tag beschleunigten Blühbeginn im Langtag bei hohen Temperaturen. "Sobrid" und "Admiral" wiesen eine geringere Reaktion auf die Tageslänge auf, die sich am stärksten bei "Borowski" zeigte, indem der

Blühbeginn im Langtag um 21 Tage gegenüber dem Kurztag verzögert wurde (siehe Tabelle 1). Einen etwas stärkeren Einfluß hatte bei allen Sorten die Temperatur. Zwischen den Sorten bestehen in dieser Beziehung jedoch größere Unterschiede, da bei "Kiswardai" zwischen dem Blühbeginn bei hohen Temperaturen und demjenigen bei niedrigen Temperaturen 50 Tage lagen, dagegen bei der Sorte "Hesa" nur 28 Tage. Die Temperaturwirkung bei "Admiral", "Borowski" und "Commander" ist ähnlich.

Die Temperatursummen der mittleren Tagestemperatur werden in Abbildung 5 und Tabelle 2 mitgeteilt. Sie sind von der Temperaturvariante und der Zeit bis zur Erreichung des jeweiligen Stadiums abhängig. Daraus ergibt sich bei gleicher Temperaturstufe eine deutlichere Differenzierung zwischen den Sorten in bezug auf ihre Tageslängenreaktion. Mit zunehmender Tageslänge nehmen, vor allem im hohen Temperaturbereich, die Temperatursummen zu, mit Ausnahme von "Vniimk 8931". Am deutlichsten ist diese Reaktion bei der ungarischen Sorte "Kiswardai". Im niedrigen Temperaturbereich steigen die Temperatursummen in geringerem Maße. Bei den Sorten "Admiral", "Kort Russ", "Sobrid", "Hesa + N" und "Borowski" ist im D- und B₁-Stadium keine Zunahme zu verzeichnen.

Gleichbleibende Temperatursummen unter verschiedenen Tageslängen würden nach ÖTTINGEN (1879) eine Tagneutralität bedeuten. Abnehmende Temperatursummen bei Verlängerung der Photoperiode deuten eine gewisse Langtagreaktion an, wie umgekehrt sich die Kurztagreaktion in niedrigeren Temperatursummen bei Verkürzung des Tages äußert.

Allgemein niedrige Temperatursummen bedeuten eine höhere Temperaturausnutzung oder auch niedrigeren Temperaturbedarf. Meist war im niedrigeren Temperaturbereich eine bessere Temperaturausnutzung festzustellen. "Kiswardai", "Borowski" und "Commander" zeigten bis zur Blüte eine bessere Ausnutzung der Temperatur unter Kurztag und hohen Temperaturbedingungen, gegenüber der niedrigen Temperaturstufe im Langtag. Dies war auch bei "Kiswardai" im D- und B₁-Stadium gegeben. Dagegen wurde bei Blühbeginn eine geringere Temperatursumme im Kurztag

Tabelle 2

Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen mit 2 Temperatur- und 2 Tageslängenvarianten bei 10 Sonnenblumensorten bzw. -Varianten.

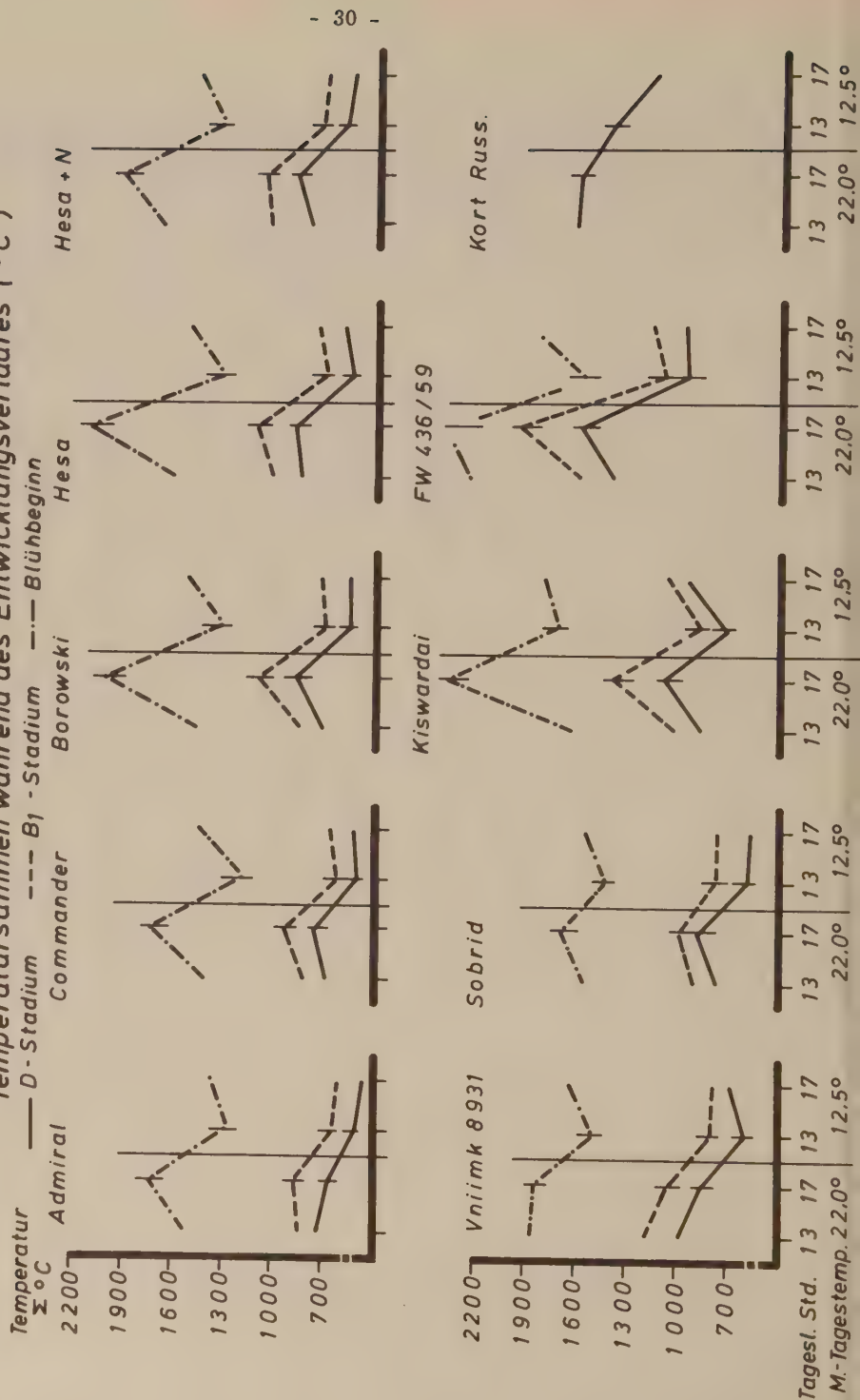
Temperatursummen der mittleren Tagestemperatur ($^{\circ}\text{C}$)

Sorte	22 $^{\circ}$ C			12,5 $^{\circ}$ C			M		
	13	17	M	13	17	M	13	17	M
	Stunden	Stunden		Stunden	Stunden		Stunden	Stunden	
	Tag	Tag		Tag	Tag		Tag	Tag	
<u>bis zum D-Stadium</u>									
Admiral	723	657	690	496	459	478	610	558	584
Commander	679	745	712	496	508	502	588	627	607
Borowski	701	876	789	533	533	533	617	705	661
Hesa	832	876	854	521	570	546	677	723	700
Hesa + N	788	876	832	583	533	558	686	705	695
Sobrid	767	876	822	583	558	571	675	717	696
Vniimk 8931	986	854	920	595	680	638	791	767	779
Kiswardai	876	1073	975	707	930	819	792	1002	897
FW 436/59	1380	1577	1479	942	955	949	1161	1266	1214
Kort Russ	1905 ⁺	1884 ⁺	1895 ⁺	1364 ⁺	1139 ⁺	1252 ⁺	1635 ⁺	1512 ⁺	1573 ⁺
M- bis "D"	859	934	897	606	636	621	733	785	759
<u>bis zum Blühbeginn</u>									
Admiral	1511	1730	1621	1265	1364	1315	1388	1547	1468
Commander	1402	1730	1566	1178	1451	1315	1290	1590	1440
Borowski	1467	2015	1741	1290	1513	1402	1379	1764	1571
Hesa	1599	2103	1851	1290	1500	1395	1445	1801	1623
Hesa + N	1664	1905	1785	1302	1451	1377	1483	1678	1581
Sobrid	1555	1686	1621	1414	1538	1476	1485	1612	1548
Vniimk 8931	1861	1840	1851	1488	1637	1563	1675	1739	1707
Kiswardai	1621	2365	1993	1711	1786	1749	1666	2076	1871
FW 436/59	2234	2387 ^o	2311 ^o	1550 ^o	1885 ^o	1718 ^o	1892 ^o	2136 ^o	2014 ^o
Kort Russ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M bis Blühbeginn	1657	1973	1815	1388	1569	1479	1523	1771	1647

+ starke Streuung zwischen den einzelnen Pflanzen. Im Mittel nicht berücksichtigt.

o Ende des Versuchs in der jeweiligen Zelle.

Abb: 5 Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen mit 2 Temperatur- und 2 Tageslängenvarianten bei 10 Sonnenblumensorten bzw.-varianten
Temperatursummen während des Entwicklungsverlaufes ($^{\circ}\text{C}$)



bei hohen Temperaturen festgestellt.

Eine geringere Temperaturbedürftigkeit konnte bei den kanadischen Sorten "Commander" und "Admiral", besonders bis zum D-Stadium, verzeichnet werden, und für die Weiterentwicklung in der Phase "D bis Blühbeginn" bei "Commander" und "Sobrid". Bis zur Blüte benötigten "Commander" und "Admiral" im Mittel 1440°C und 1468°C , "Kiswardai" dagegen 1871°C , wie Tabelle 2 zeigt. Wesentlich höhere Werte ergeben sich für "FW 436/59" und "Kort Russ".

Aus den Abbildungen 4 und 5 geht hervor, daß die hier untersuchten Sorten eine mehr oder weniger unterschiedliche Reaktion auf Temperatur und Tageslänge zeigen. Die Unterschiede sind in den einzelnen Entwicklungsstadien jedoch recht verschieden.

Benutzt man das D-Stadium, wie heute allgemein üblich, als Kriterium, so zeigen die Sorten "Admiral", "Kort Russ" und "Vniimk" eine gewisse Langtagreaktion, indem durch Verkürzung der Photoperiode eine Verlängerung der vegetativen Phase eintritt. Bei allen übrigen Sorten ist eine mehr oder weniger starke (quantitative) Kurztagreaktion festzustellen, die sich bei "Sobrid" und "Hesa + N" unter niedrigen Temperaturen zu einer schwachen Langtagreaktion umkehrt. Die höhere N-Düngung bewirkt also im niedrigen Temperaturbereich eine gewisse Langtagreaktion. Dies läßt erkennen, daß je nach Umweltbedingungen (Temperaturverhältnisse) unterschiedliche Reaktionstypen auftreten können.

Wenn man aber den Blühbeginn als Kriterium benutzt, so sind die Sorten "Commander", "Borowski", "Hesa" und besonders "Kiswardai" und "FW 436/59" quantitative Kurztagtypen. Bei "Admiral" und besonders bei "Sobrid" ist die Kurztagwirkung etwas geringer, während "Vniimk" im hohen Temperaturbereich nach der hier festgestellten Reaktion als "tag-neutral" zu bezeichnen ist.

Die höhere Stickstoffdüngung bei "Hesa" bewirkt eine bessere Temperausnutzung bzw. Beschleunigung des Blühbeginns im langen Tag bei hohen Temperaturen, während sie im 13 Stundentag etwas verzögert wurde.

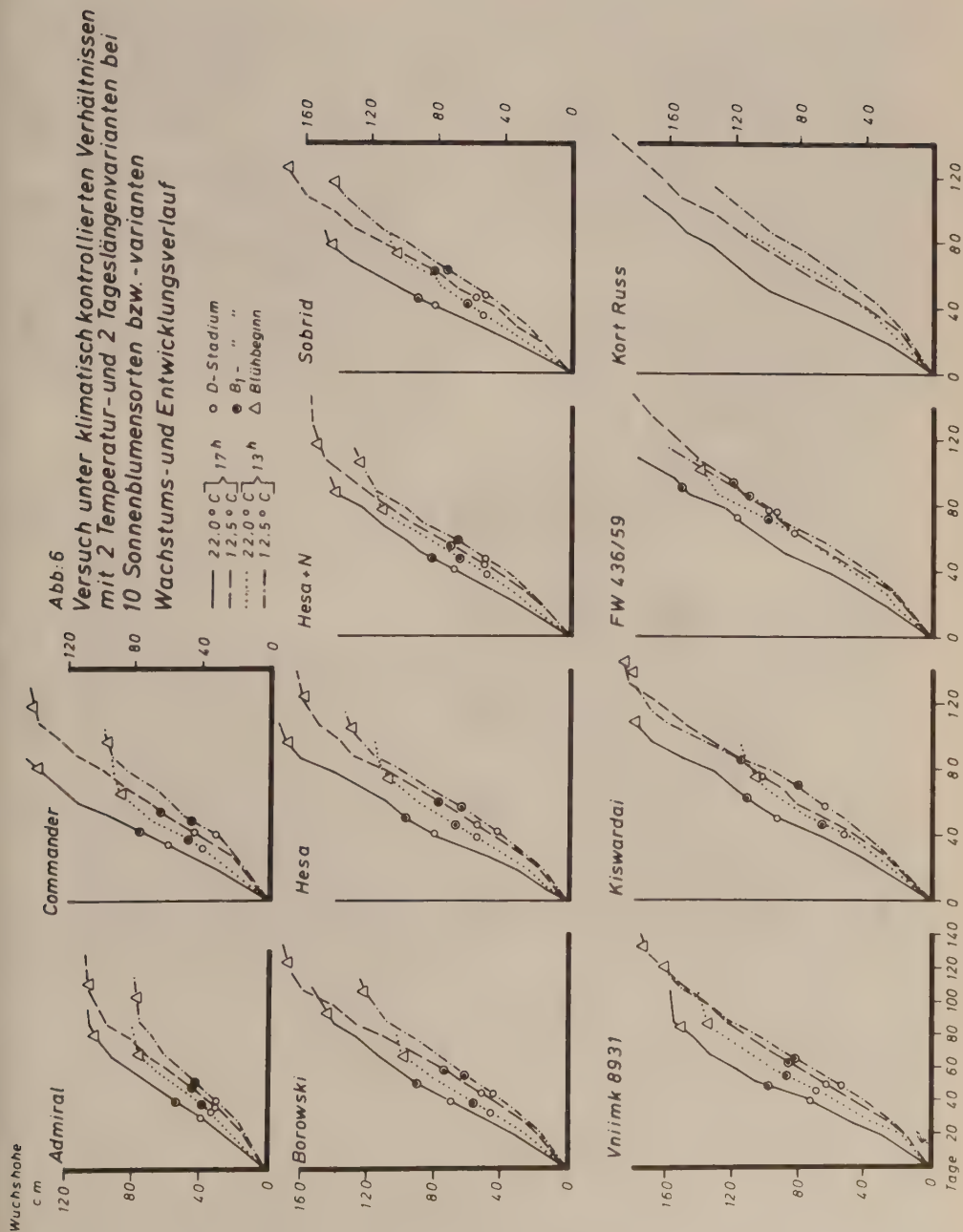
b. Wachstumsverlauf

In Abbildung 6 ist der durch die 10 tägigen vorgenommenen Wuchshöhenmessungen ermittelte Wachstumsverlauf dargestellt. Die Entwicklungsabschnitte D-, B₁-Stadium und Blühbeginn sind entsprechend markiert. Es ist zu ersehen, daß sowohl die Temperatur als auch die Photoperiode das Wachstum beeinflussen. Hohe Temperaturen wirken stark beschleunigend, was auch aus der Abbildung 7 (a, b, c und f) zu ersehen ist. Kurztagverhältnisse hemmen das Wachstum (Abbildung 7 d, e und g). Zu diesem Ergebnis kamen auch schon GARNER und ALLARD (1920), SCHUSTER (1956) und DYER et. al. (1959).

Obwohl niedrige Temperaturen eine Verzögerung des Wachstums bewirken, ist jedoch die Wuchshöhe bei Blühbeginn meist höher als unter wärmeren Bedingungen, da das Längenwachstum durch die niedrigen Temperaturen weniger stark gehemmt wird, als die Verzögerung des Blühbeginns. Dies wirkt sich stärker im Kurztag als im Langtag aus. Bei "Vniimk" und "Kiswardai" konnte die Endwuchshöhe unter niedrigen Temperaturen im Kurztag sogar diejenigen unter warmen Temperaturen im Langtag überragen. Diese beiden Sorten können somit besonders für einen Stoppelfruchtbau geeignet sein. Bei den kanadischen Sorten "Admiral" und "Commander" wurde dagegen die Endwuchshöhe kaum durch die Temperaturstufe beeinflusst. Bei allen Varianten war die Endwuchshöhe unter hohen Temperaturen im Kurztag am geringsten.

Allgemein ergeben sich in der Wuchshöhe starke Sortenunterschiede, wie auch in Abbildung 8 zu erkennen ist. "Admiral" hatte im Mittel bei Blühbeginn eine Wuchshöhe von 91 cm und "Commander" von 115 cm. Die größte Wuchshöhe zur gleichen Entwicklungsphase zeigte "Kiswardai" mit 163 cm. Sie wurde aber von "FW 436/59" und "Kort Russ" noch übertroffen, die bei Versuchsende die Blüte noch nicht erreicht hatten.

Die Wuchshöhe ist das Ergebnis der Wuchsgeschwindigkeit und der Vegetationslänge bis Blühbeginn. Die Wuchsgeschwindigkeiten bis zum 70. Tag werden in Tabelle 3 gezeigt. Dieser Termin wurde gewählt, da die Sorte "Admiral" zu diesem Zeitpunkt unter hohen Temperaturen im Kurztag



Wachstum und Entwicklung der Sonnenblumensorten unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen



HT (H) = 22,0°C
(24,5 / 17,5°C)

NT (N) = 12,5°C
(15,0 / 8,0°C)

L = 17 Stunden Tag

K = 13 Stunden Tag

a (am 39. Tag nach Aufgang)



(am 67. Tag nach Aufgang)



a



e



f



g

Abb. 8 Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen mit 2 Temperatur- und 2 Tageslängenvarianten bei 10 Sonnenblumensorten bzw. -varianten Wuchshöhen bei „D“ und Blühbeginn sowie die Blätterzahl

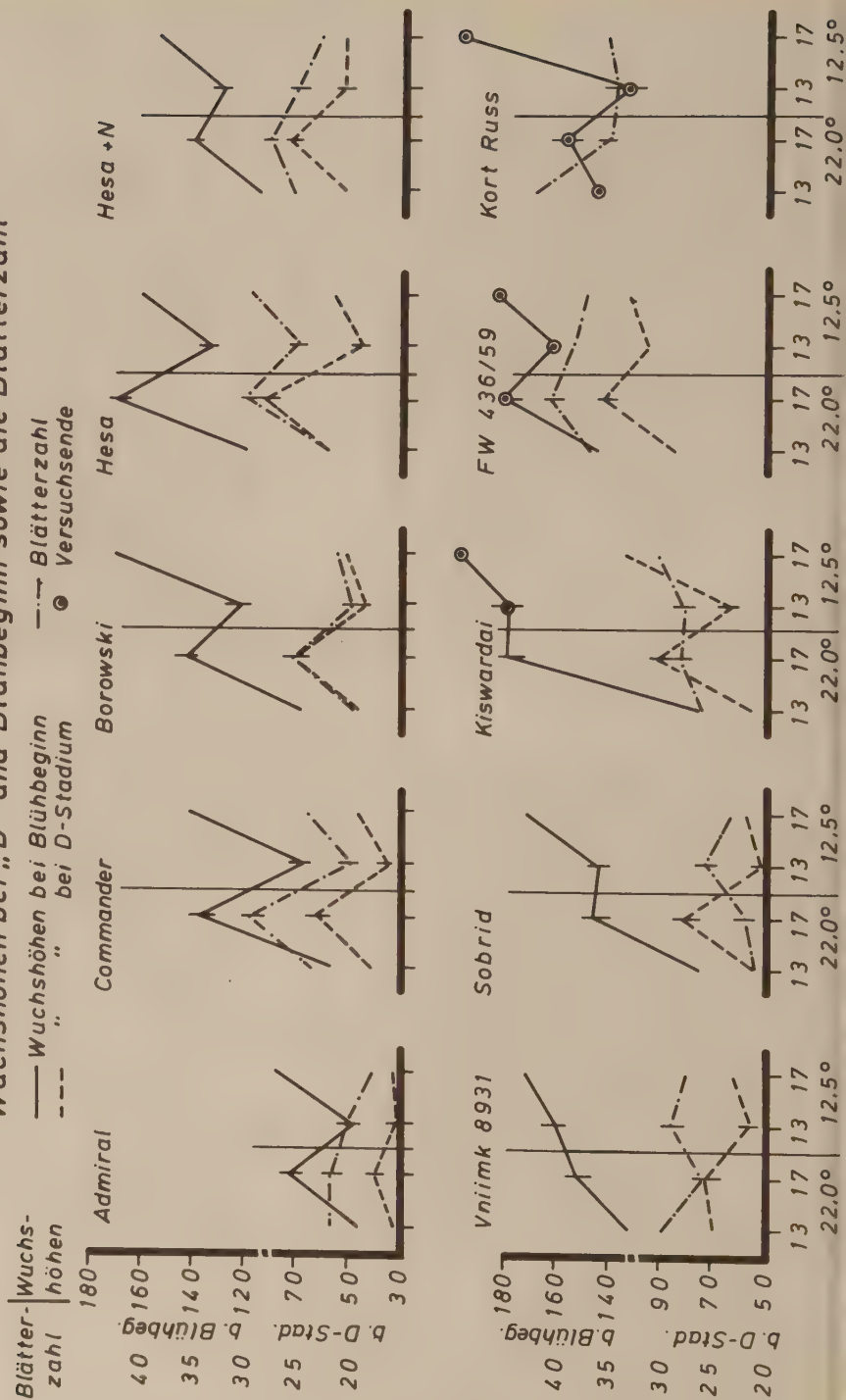


Tabelle 3

Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen mit 2 Temperatur- und 2 Tageslängenvarianten bei 10 Sonnenblumensorten bzw. -Varianten.

Mittlere Wuchsgeschwindigkeit bis zum 70. Tag (cm/Tag)

Sorte	Klima- variante			22 ⁰ C			12,5 ⁰ C			M		
	13 Stunden Tag	17 Stunden Tag	M	13 Stunden Tag	17 Stunden Tag	M	13 Stunden Tag	17 Stunden Tag	M	13 Stunden Tag	17 Stunden Tag	M
Admiral	1,11	1,36	1,24	0,91	1,04	0,98	1,01	1,20	1,11			
Commander	1,31	1,81	1,56	1,03	1,26	1,15	1,17	1,54	1,36			
Borowski	1,43	1,69	1,56	1,17	1,37	1,27	1,30	1,53	1,42			
Hesa	1,47	1,70	1,59	1,27	1,39	1,33	1,37	1,55	1,46			
Hesa + N	1,57	1,67	1,62	1,26	1,43	1,35	1,42	1,55	1,49			
Sobrid	1,43	1,97	1,70	1,24	1,41	1,33	1,34	1,69	1,52			
Vniimk 8931	1,61	1,97	1,79	1,31	1,39	1,35	1,46	1,68	1,57			
Kiswardai	1,47	1,74	1,61	1,19	1,34	1,27	1,33	1,54	1,44			
FW 436/59	1,39	1,66	1,53	1,14	1,33	1,24	1,27	1,50	1,39			
Kort Russ	1,27	1,77	1,52	1,03	1,31	1,17	1,15	1,54	1,35			
M	1,41	1,73	1,57	1,16	1,33	1,24	1,28	1,53	1,41			

ihr Wachstum einzustellen begann. Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die Temperaturen einen größeren Einfluß auf die Wuchsgeschwindigkeit ausübten als die Tageslänge. Zwischen den Temperaturstufen konnte ein Unterschied in der Wuchsgeschwindigkeit von 0,33 cm/Tag im Mittel des Versuchs gefunden werden, dagegen zwischen den Tageslängen einer von 0,25 cm/Tag. Das geht auch sehr deutlich aus der Abbildung 7a hervor, in der die Sorte "Hesa" dargestellt ist. Sie zeigte zwischen den Temperaturstufen eine Differenz von 0,26 cm/Tag, dagegen zwischen den Tageslängen eine von 0,13 cm/Tag. Die Südafrikanische Sorte "Kort Russ" ist die einzige der untersuchten Sorten, die eine stärkere Reaktion auf die Photoperiode aufwies. Bei "Sobrid" wirkten beide Faktoren annähernd gleich stark.

Die geringe Wuchshöhe bei "Admiral" ist überwiegend auf ihre geringe Wuchsgeschwindigkeit von 1,11 cm/Tag im Mittel zurückzuführen. Auch "Kort Russ", "Commander" und "FW 436/59" wiesen relativ niedrige Werte auf, dagegen hatten "Vniimk" und "Sobrid" die höchsten Zunahmen. Eine Mittelstellung nahmen "Borowski", "Hesa" und "Kiswardai" ein. Die hohe N-Düngung bewirkte bei "Hesa" eine geringe Erhöhung der Wuchsgeschwindigkeit im Kurztag bei hoher Temperatur.

Die starke photoperiodische Reaktion von "Kiswardai" besonders unter warmen Temperaturbedingungen, die sich in einer deutlichen Verkürzung der Vegetationszeit bis zur Blüte auswirkt, verursacht auch eine stärkere Verminderung der Wuchshöhe wie Abbildung 8 erkennen läßt.

Zwischen den Wuchshöhen und den Temperatursummen in den festgehaltenen Vegetationsabschnitten besteht eine starke positive Beziehung, wie ein Vergleich der Abbildungen 5 und 8 zeigt, da beide Faktoren von der Vegetationslänge abhängen. So ergibt sich unter niedrigen Temperaturbedingungen eine bessere Temperaturnutzung, die sich besonders bei den mittelspäten bis späten Sorten bis zur Blüte auswirkte. Auch unter Langtagbedingungen konnte eine etwas bessere Ausnutzung gegenüber den Kurztagverhältnissen festgestellt werden. So konnte die russische Sorte "Vniimk" vom Kurz- zum Langtag und von den hohen zu den niedrigen Temperaturbereichen eine stetige Steigerung der Wuchshöhe zum Zeitpunkt der Blüte erlangen (siehe Abbildung 8).

Auch zwischen der Blattzahl und der Temperatursumme zum D-Stadium in Tabelle 8 und 5 zeigt sich eine positive Beziehung. Sie ist bei "Vniimk" und "Sobrid" jedoch schwächer und stärker mit den Vegetationstagen bis zum D-Stadium korreliert, wie ein Vergleich der Abbildungen 8 und 4 zeigt. "Kiswardai" und "FW 436/59" nehmen in dieser Beziehung eine Mittelstellung ein. Eine allgemeine Tendenz besteht in einer Zunahme der Blattzahl im Langtag, dagegen zeigt die Temperatur keine eindeutige Wirkung.

Aus diesen Untersuchungen läßt sich folgern, daß die Blattbildung zum D-Stadium abgeschlossen ist. Dies konnte durch Auszählungen der Blatt-

primordien zu diesem Zeitpunkt bestätigt werden. Auch besteht innerhalb der einzelnen Sorten eine positive Beziehung zwischen der Wuchshöhe zum D-Stadium und der Blattzahl. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Wuchshöhe und Blattzahl durch die gleichen Wachstumsfaktoren positiv oder negativ beeinflußt werden. Zwischen den Sorten bestehen jedoch größere Unterschiede im Verhältnis dieser beiden Merkmale, da die Blattzahl und die Wuchshöhe durch verschiedene genetische Faktoren bestimmt werden. So hat "Borowski" im D-Stadium eine größere Wuchshöhe bei 21 Blättern gegenüber "Commander" mit 24. Ähnliche Unterschiede ergaben sich zwischen "Vniimk" mit 28 und "Sobrid" mit 23 Blättern. Durch diese unter kontrollierten Anbaubedingungen durchgeführten Untersuchungen zeigt sich, daß alle Sorten eine mehr oder weniger stark quantitative Kurztagreaktion aufweisen. Diese kann bei verschiedenen Temperaturbereichen unterschiedlich sein und je nach dem, ob "D" oder "Blühbeginn" als Kriterium verwandt wird.

Die Sorten "Admiral", "Sobrid" und besonders "Vniimk" neigen unter hohen Temperaturbedingungen zur "tagneutralen Reaktion." Besonders stark auf Kurztag reagieren dagegen unter hohen Temperaturen die ungarische Sorte "Kiswardai" und der Giessener Futterstamm "FW 436/59", bei niedrigen Temperaturen ist diese Reaktion weniger ausgeprägt.

Das Wachstum wird bei allen Sorten stärker durch die Tageslänge beeinflußt, so daß unter Kurztagbedingungen die niedrigsten Wuchshöhen zum Blühbeginn erreicht werden. Niedrige Temperaturen verzögern die Entwicklung und setzen die Wuchsgeschwindigkeit herab. Die Endwuchshöhe ist jedoch größer als unter warmen Verhältnissen. In dieser Beziehung zeigen sich ebenfalls quantitative Unterschiede zwischen den Sorten, indem z. B. unter Kurztag und kühlen Bedingungen die Wuchshöhe bei "Vniimk" und wahrscheinlich auch "Kiswardai" höher lagen als unter Langtagbedingungen. Bei "Sobrid" war eine geringere Abnahme der Wuchshöhe bei hohen Temperaturen im Langtag gegenüber niedrigen im Kurztag festzustellen. Bei "Admiral" zeigte sich kein Einfluß der Temperatur auf die Wuchshöhe.

2. Saatzeit-Standortversuch mit 15 Sonnenblumensorten

a. Entwicklungsverlauf

Parallel zu den Versuchen unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen wurden Saatzeitversuche mit 15 Sonnenblumensorten auf den beiden Standorten Rauischholzhausen und Groß-Gerau durchgeführt.

Unter mitteleuropäischen Klimaverhältnissen nehmen im Laufe der Vegetation zuerst sowohl die Tageslänge als auch die Temperatur zu, von August an fallen beide Faktoren ab. Langtag und hohe Temperatur haben gegenteilige Wirkungen auf Wachstum und Entwicklung, wie die Versuche unter kontrollierten Bedingungen zeigten. So ist es nicht möglich, diese beiden Faktoren in Freilandversuchen absolut zu trennen, da sie eng verquickt sind.

Durch den Anbau in den zwei Jahren, zwei Standorten und fünf Saatzeiten ergeben sich jedoch verschiedene Faktoren-Konstellationen, die eine Aussage in Verbindung mit den Ergebnissen aus dem klimatisierten Gewächshaus ermöglichen.

Die erste Saatzeit wurde unter relativ niedrigen Temperaturen ausgesät (um 10°C), die Tageslängen zur Zeit des Aufgangs lagen bei 14 1/2 Stunden (Sonnenauf- bis -Untergang). Bis zum D-Stadium herrschten also kühle Bedingungen und verhältnismäßig lange Belichtung. Die Blüte dieser Saatzeit fiel in die Zeit der längsten Tage. Bei der II. sind im Vergleich zur I. Saatzeit von "D" bis zur Blüte keine großen photoperiodischen und Temperaturänderungen gegeben; zur Reife ist jedoch ein deutlicher Temperatur- und Tageslängenabfall festzustellen. Die Aussaat der III. Saatzeit fand während der längsten Tage statt, die Temperaturen steigen aber noch bis zum D-Stadium. Danach nehmen sowohl Temperatur als auch Tageslänge ab. Die IV. Saatzeit ist dadurch gekennzeichnet, daß Temperaturen und Photoperiode vom Aufgang an abnehmen. Zur Phase "Aufgang bis D-Stadium" herrschen ungefähr die gleichen photoperiodischen Verhältnisse, wie zur selben Entwicklungsphase der I. Saatzeit. Die Entwicklung der V. Saatzeit wird zunehmend durch niedrige Temperatur und kürzere

Photoperioden beeinflusst. Jedoch liegen in der Zeit von Aufgang bis Stadium D die Temperaturen höher als im gleichen Entwicklungszeitraum der I. Saatzeit. Durch die abnehmenden Tageslängen und Temperaturen verzögert sich im allgemeinen die Entwicklung so stark, daß das Stadium Blühbeginn meist nicht mehr erreicht wird.

Die Standorte zeigten einen ähnlichen Witterungsverlauf (siehe Abbildung 1), jedoch lagen in Groß-Gerau in beiden Jahren die Temperaturen um $1 - 2^{\circ}\text{C}$ höher als in Rauischholzhausen. Im Jahr 1969 stiegen die Temperaturen im Juli und August stark über die des Vorjahres. In Groß-Gerau mußte im Juli 1968 und 1969 geregnet werden. In Rauischholzhausen litten 1969 die Pflanzen, besonders der III. Saatzeit, stark unter Trockenheit und in der IV. Saatzeit verzögerte sich dadurch der Aufgang um 9 Tage. Daraus läßt sich die starke Differenzierung zwischen Rauischholzhausen und Groß-Gerau erklären. In Groß-Gerau stand die IV. Saatzeit unter dem Einfluß von hohen Temperaturen und relativ langer Photoperiode, während in Rauischholzhausen durch den späteren Aufgang kühlere Temperaturen und kürzere Tageslängen vorherrschten.

1968 fielen besonders in Groß-Gerau kurz nach der Aussaat der IV. Saatzeit, sowie 1969 bei der II. und V. Saatzeit sehr hohe Niederschläge, wodurch Stickstoff in höheren Mengen ausgewaschen wurde. Es wurde zwar versucht, dies durch eine zusätzliche N-Gabe auszugleichen, jedoch bewirkte dies zunächst eine starke Wachstums- und Entwicklungsverzögerung.

Diese deutlichen Unterschiede im Witterungsablauf spiegeln sich in den Ergebnissen der Abbildung 9 und Tabelle 4 wieder. Hier werden die Vegetationstage bis zum D-Stadium der 15 Sonnenblumensorten und der N-Steigerungsvariante bei Hesa gezeigt. In den Mittelwerten der Saatzeit sind die Südafrikanischen Sorten "Jupiter" und "Kort Russ" nicht enthalten, da sie zur I. Saatzeit 1968 noch nicht zur Aussaat gelangten und für eine orthogonale Betrachtung in allen Mittelwerten die gleichen Varianten enthalten sein müssen.

Die niedrigen Temperaturen während dieser Phase in der I. Saatzeit be-

Tabelle 4

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Vegetationstage

Aufgang - D-Stadium

Saatzeit Jahre und Standorte	I. Saatzeit (Mitte April)					II. Saatzeit (Mitte Mai)					III. Saatzeit (Ende Juni)				
	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
Sorte															
Admiral	31	19	25	24	25	19	19	19	19	19	12	16	13	14	14
Commander ^o	28	19	22	25	23	20	24	21	23	22	15	15	16	14	15
Jupiter	-	21	-	-	-	21	21	21	22	21	14	16	15	15	15
Borowski	32	22	28	26	27	21	24	22	23	23	17	19	19	17	18
v. Boguslawski's frühe	32	22	28	27	27	22	25	22	25	23	16	16	16	16	16
Hesa	31	22	26	28	27	19	25	22	22	22	16	17	17	16	16
Hesa + N	32	22	26	28	27	20	25	22	23	22	16	17	17	16	16
Sobrid	32	26	30	28	29	23	28	23	28	25	19	17	18	18	18
Spanner's Allzweck	35	23	30	28	29	23	29	23	28	26	16	20	19	17	18
Vniimk 8931	35	28	33	30	32	24	29	26	27	26	16	20	20	17	18
Record	35	26	31	30	30	21	30	25	26	25	16	20	18	17	18
Iregi	34	29	33	30	31	23	30	25	28	27	20	19	21	18	19
Kiswardai	40	37	40	37	38	30	34	31	33	32	25	30	29	26	27
Giganta	42	42	42	42	42	30	37	31	36	33	30	32	32	30	31
FW 436/59	42	40	40	42	41	31	44	33	41	37	25	32	29	28	28
Kort Russ	-	48	-	-	-	37	45	39	44	41	32	35	36	31	33
M (aus 14 Varianten)	34	27	31	30	30	23	29	25	27	26	18	21	20	19	19

o nicht im Mittel berücksichtigt
+ Ende der Vegetation

Tabelle 5

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Temperatursummen

Aufgang - D-Stadium (°C)

Saatzeit Jahre und Standorte	I. Saatzeit					II. Saatzeit					III. Saatzeit				
	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
Sorte															
Admiral	335	246	287	294	290	271	256	238	289	284	198	269	204	263	234
Commander ^o	301	242	250	293	272	294	338	283	349	316	238	257	236	259	247
Jupiter	-	268	-	-	-	313	288	273	329	301	238	278	246	271	258
Borowski	352	289	320	321	320	311	347	300	358	329	259	328	287	300	293
v. Boguslawski's frühe	345	289	312	322	317	304	363	282	385	333	236	278	236	278	257
Hesa	344	291	297	338	317	277	354	291	341	315	246	298	255	289	272
Hesa + N	352	293	307	338	322	296	363	309	350	329	246	298	255	289	272
Sobrid	352	336	349	339	344	346	408	317	437	377	290	297	270	317	293
Spanner's Allzweck	381	306	344	343	343	338	423	317	445	381	252	348	291	309	300
Vniimk 8931	398	375	389	384	386	352	424	360	417	388	252	361	313	300	306
Record	386	343	359	369	364	310	437	346	401	374	246	347	283	310	296
Iregi	383	375	390	368	379	346	444	346	445	395	321	338	319	340	329
Kiswardai	459	467	464	462	463	449	506	428	527	477	389	580	488	481	484
Giganta	501	569	504	566	535	458	553	429	582	505	482	626	545	564	555
FW 436/59	511	536	497	550	523	467	667	460	674	567	396	623	500	520	510
Kort Russ	-	674	-	-	-	586	697	562	720	641	513	692	620	585	602
M (aus 14 Varianten)	386	354	362	378	370	344	420	336	429	382	289	375	320	344	332

o nicht im Mittel berücksichtigt
+ Ende der Vegetation

IV. Saatzeit (Mitte Juli)					V. Saatzeit (Anfang August)					M				
1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
19	12	15	15	15	17	21	20	18	19	20	17	18	18	18
20	13	16	17	16	18	22	21	19	20	20	19	19	20	19
21	12	16	17	16	22	23	22	23	22	-	19	-	-	-
20	14	17	17	17	19	23	22	20	21	22	20	22	21	21
19	13	17	15	16	23	23	22	23	23	22	20	21	21	21
21	15	17	19	18	23	23	22	25	23	22	20	21	22	21
21	15	18	19	18	22	23	21	24	22	22	20	21	22	21
22	14	18	19	18	21	24	21	24	22	23	22	22	23	22
24	17	21	20	20	23	26	25	24	24	24	23	24	23	23
23	20	22	20	21	26	27	26	27	26	25	25	25	24	25
24	17	19	22	21	26	24	23	27	25	24	23	23	24	24
25	16	20	21	20	25	24	25	25	25	25	24	25	24	24
28	23	26	25	25	28	30	32	26	29	30	31	31	29	30
31	26	29	28	28	34	39	39	34	36	33	35	35	34	34
31	25	27	29	28	38	35	41	32	36	33	35	34	34	34
35	28	33	30	31	63	73	70	66	68	-	46	-	-	-
23	17	20	20	20	25	26	26	25	25	25	24	24	24	24

IV. Saatzeit					V. Saatzeit					M				
1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
328	251	268	312	290	262	314	287	289	288	279	267	257	289	273
344	268	282	330	306	286	324	296	313	305	293	286	269	309	289
351	255	279	327	303	339	343	308	374	341	-	286	-	-	-
344	300	302	342	322	301	335	308	329	318	313	320	303	330	316
328	267	293	302	297	353	335	314	374	344	313	306	287	332	310
358	313	302	369	336	359	350	311	398	354	317	321	291	347	319
358	322	310	369	340	346	344	299	390	345	320	324	296	347	322
372	301	316	357	337	339	353	302	390	346	340	339	311	368	339
393	335	351	377	364	353	385	349	389	369	343	359	330	373	351
386	394	381	399	390	396	407	370	432	401	357	392	362	386	374
397	358	335	420	377	395	356	326	425	375	347	368	329	385	357
411	346	342	415	378	388	359	349	398	373	370	372	349	393	371
457	455	427	485	456	430	445	454	422	438	437	491	452	475	464
511	504	464	551	508	500	593	540	552	546	490	569	496	563	530
503	498	439	562	500	547	532	569	510	539	485	571	493	563	528
652	531	593	590	592	852	951	855	948	901	-	709	-	-	-
392	351	344	399	371	375	388	362	401	381	357	378	345	390	367

wirken im Mittel der Sorten nach 30 Tagen den Eintritt in das D-Stadium. Diese Zeit konnte sich durch hohe Temperaturen in der III. Saatzeit auf 19 Tage vermindern, nahm dann aber bis zur V. Saatzeit wieder auf 25 Tage zu. Durch die hohen Temperaturen in der ersten Augushälfte konnte in Groß-Gerau bei der IV. Saatzeit 1969 die Zeit bis "D" sogar auf 16 Tage verkürzt werden (Abb. 9). 1968 herrschten nach dem Aufgang der I. Saatzeit niedrigere Temperaturverhältnisse als 1969, so daß die Entwicklung hier am stärksten verzögert wurde (34 Tage). Die etwas verzögerte Entwicklung der II. Saatzeit 1969 wird durch die erwähnten hohen Niederschläge und der dadurch verbundenen N-Auswaschung verursacht. Die übrigen Differenzierungen innerhalb der Saatzeiten zwischen den beiden Jahren und beiden Standorten sind gering.

Tabelle 4 zeigt jedoch deutliche Sortenunterschiede. Die kanadischen Sorten "Admiral" und "Commander" waren im Mittel aller Saatzeiten, Jahre und Standorte mit 18 bzw. 19 Tagen bis "D" am frühesten. Die späteste Sorte "Kort Russ" benötigte dagegen 1969 46 Tage. Mit 34 Tagen bis zum D-Stadium waren "Giganta" und "FW 436/59" deutlich später als die übrigen Sorten. Zwischen den beiden ungarischen Sorten "Iregi" und "Kiswardai" bestehen ebenfalls deutliche Differenzierungen mit 24 und 30 Tagen. Die Sorten "Borowski", "v. Boguslawski's frühe", "Hesa" und "Sobrid", die im Mittel eine Vegetationslänge von Aufgang bis "D" von 21 bzw. 22 Tagen aufweisen, sind als mittelfrüh zu bezeichnen. Eine deutlich längere Zeit benötigen "Vniimk", "Record" und "Iregi"; diese können als mittelspät eingestuft werden. "Spanner's Allzweck" steht zwischen der mittelfrühen und mittelspäten Gruppe. Es ergeben sich jedoch in Tabelle 4 und in Abbildung 9 sehr deutliche Wechselwirkungen zwischen Sorten und Saatzeiten, wie diese auch schon unter kontrollierten Bedingungen auftraten. Sehr ähnlich in ihrer Reaktion sind die frühen und mittelfrühen Sorten. Hier nimmt die Vegetationszeit bis zum D-Stadium von der I. Saatzeit (kühlere Temperaturen und kürzere Tage) bis zur III. und IV. Saatzeit (höhere Temperaturen und längere Tage) ab. In der V. Saatzeit steigt sie wieder an (kühlere Temperatur und kürzere Tage). Die Vegetationszeit stimmt in der II. und V. Saatzeit meist überein, da in der II. etwas längere Tage, in der V.

dagegen höhere Temperaturen vorherrschen.

Die Stickstoffsteigerung bei der Sorte "Hesa" zeigte praktisch keine Auswirkung auf die Vegetationslänge von Aufgang bis "D", mit Ausnahme der V. Saatzeit, wo eine geringfügige Verkürzung durch Stickstoff eintrat.

Die Sorte "Sobrid" weist im Gegensatz zu den übrigen Sorten eine stärkere Verlängerung der Vegetationszeit von Aufgang bis "D" in der I. und II. Saatzeit auf, während diese in der IV. und V. der Sorte "Hesa" entspricht. Das abweichende Verhalten von "Sobrid" war unter kontrollierten Verhältnissen durch eine stärkere Temperaturwirkung zu erklären. Noch deutlicher war unter Gewächshausbedingungen (Abb. 4) die Temperaturreaktion bei der Sorte "Vniimk 8931", die sich hier in der deutlich längeren Vegetationszeit bei früher Aussaat (I. und II. Saatzeit) bemerkbar macht. Die Sorten "Spanner's Allzweck" und "Record" zeigen ein ähnliches Verhalten wie "Vniimk". "Iregi" hatte gegenüber dieser Sorte eine etwas längere Vegetation in der II. Saatzeit.

Abweichend von den bisher beschriebenen Sorten reagierten "FW 436/59", "Giganta" und "Kort Russ". Die deutlichste Abweichung zeigte "Kort Russ". Hier verkürzte sich die Vegetationszeit der III. und IV. Saatzeit (33 bzw. 31 Tage) gegenüber der I. (48 Tage) und vor allen Dingen gegenüber der V. Saatzeit (68 Tage) am stärksten. Das heißt, Langtagverhältnisse plus hohe Temperaturen zeigten eine stärkere Verkürzung der Zeit bis "D" als bei den frühen Sorten. Ähnliche Verhältnisse waren auch bei "FW 436/59" gegeben, wobei jedoch die starke Verlängerung dieses Entwicklungsabschnittes in der letzten Saatzeit nicht festzustellen war. Die ebenfalls späte Sorte "Giganta" reagierte in der II. Saatzeit vor allem 1969 und in Groß-Gerau durch eine stärkere Verkürzung der Vegetationszeit als "FW 436/59". Hier können sich unterschiedliche Ansprüche an die Wasserversorgung bemerkbar machen.

"Kiswardai" steht in ihrer Reaktion auf unterschiedliche Saatzeiten den späten Sorten nahe, wobei jedoch nicht die starke Verlängerung der Zeit von Aufgang bis "D" in der letzten Saatzeit gegeben war (vgl. Abb. 9).

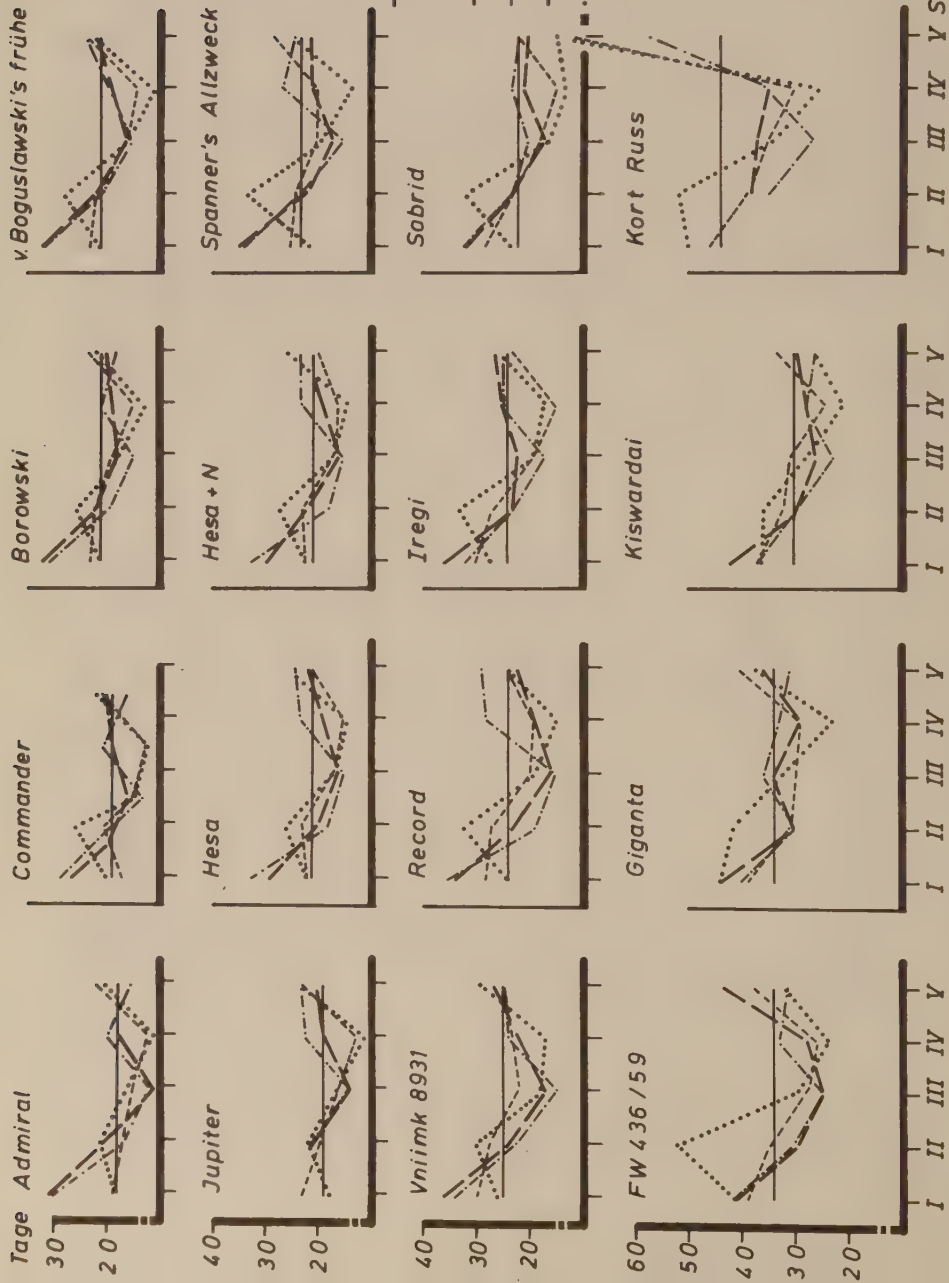


Abb. 9 Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten
Vegetationstage Anfang April - Stadium

Aus Abbildung 9 gehen die deutlichen Wechselwirkungen zwischen den Sorten, Standorten und Saatzeiten hervor. Dabei ist ein stärkerer Einfluß der Jahre gegenüber den Standorten zu ersehen. Diese Wechselwirkungen zwischen Jahren und Standorten sind (wie beschrieben) durch unterschiedliche Temperaturen und Niederschläge verursacht.

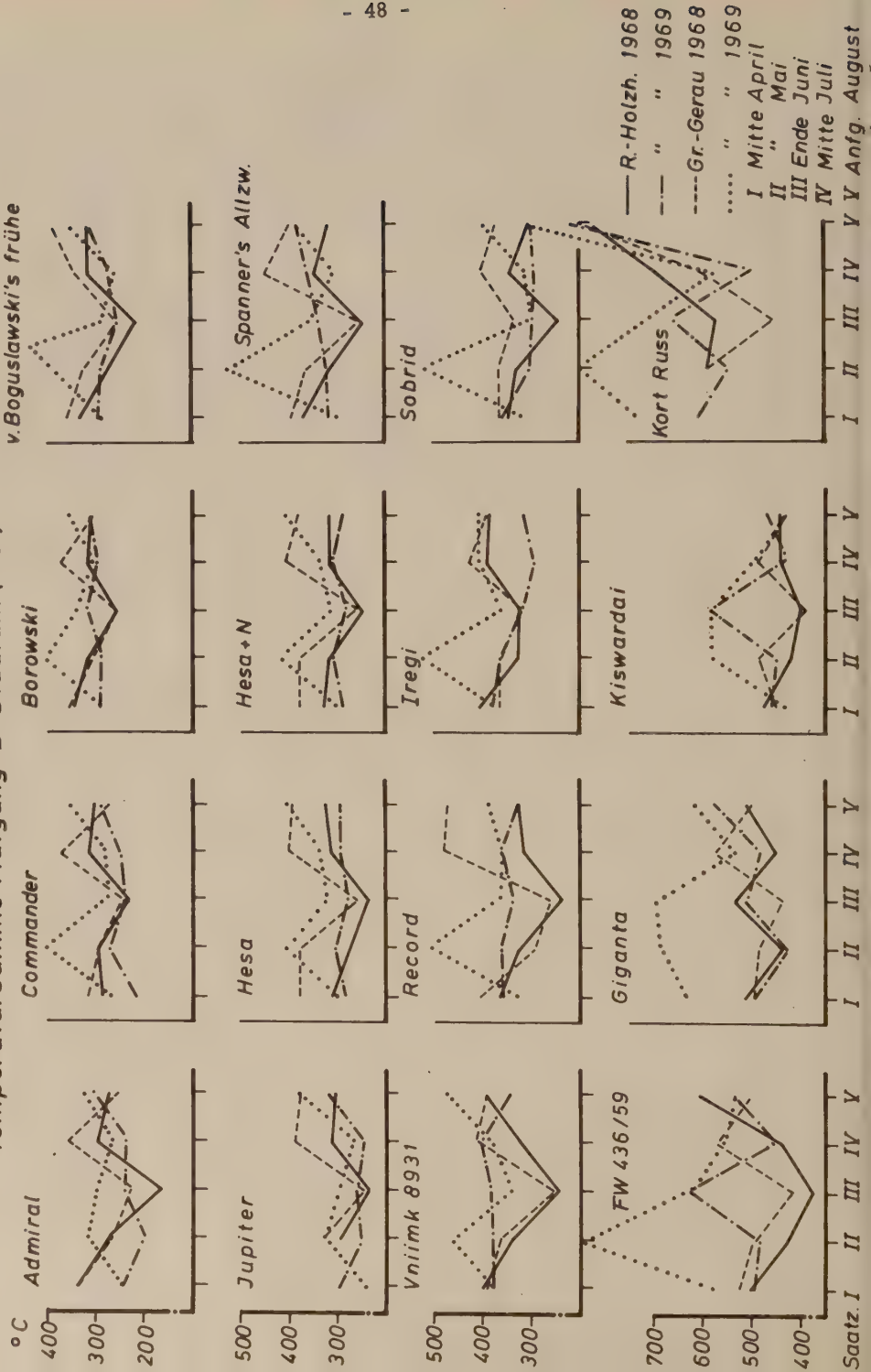
Die Temperaturabhängigkeit der Sorten muß sich wiederum, wie in den Versuchen unter kontrollierten Bedingungen, aus den Temperatursummen ergeben. Da sich die Temperatursumme aus der mittleren Tagestemperatur und der Dauer bis zum entsprechenden Stadium ergibt, würden konstante Temperatursummen bei veränderter Photoperiode (Saatzeiten), eine Tagneutralität bedeuten. Eine Verringerung der Summe im kürzeren oder längeren Tag deutet auf eine Kurz- oder Langtagreaktion hin.

In Tabelle 5 und Abbildung 10 werden die Temperatursummen von 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten bis zum D-Stadium aus den Saatzeit-/Standortversuchen der Jahre 1968 und 1969 mitgeteilt.

Im Gegensatz zu den Vegetationstagen zeigen sich im Mittel der Varianten zu diesem Entwicklungszeitpunkt keine eindeutigen Differenzen zwischen den Saatzeiten. Bei der III. Saatzeit liegen etwas niedrigere Werte vor. Die Differenz der Temperatursummen zwischen den Saatzeiten schwanken von 332 in der III. bis 382 in der II. bzw. V. Saatzeit. Besonders starke Abweichungen nach oben zeigten sich in Groß-Gerau in den Saatzeiten IV 1968, II und V 1969. Dies wird durch die hohen Niederschläge in der Jugendphase, welche eine hohe Auswaschung und dadurch eine Entwicklungsverzögerung zur Folge hatten, erklärt.

Wie die Versuche unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen schon zeigten, war auch in den Freilandversuchen eine bessere Temperaturausnutzung unter den kühleren Bedingungen festzustellen (Tab. 5). Dies zeigt sich beim Standort Rauschholzhausen, der gegenüber Groß-Gerau die niedrigeren Temperaturen aufwies und 1968, das kühler war als 1969. Hier wurden jeweils geringere Temperatursummen bis zum Stadium "D" benötigt.

Abb. 10 Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten
Temperatursumme Aufgang-D-Stadium ($^{\circ}\text{C}$)



Die geringste Temperaturbedürftigkeit hatten im Mittel der Saatzeiten "Admiral", "Commander" und "Jupiter", die höchste dagegen "Kort Russ". Relativ hohe Temperatursummen errechnen sich bei "Vniimk 8931" und "Record". Im übrigen ergibt sich eine kontinuierliche Abstufung der in der Tabelle angegebenen Sortenanordnung.

Die höhere Temperatursumme der III. Saatzeit 1969 bei "FW 436/59", "Kiswardai" und "Kort Russ", sowie "Giganta" in Groß-Gerau dürfte durch die Trockenheit im Juli verursacht sein. So zeichnen sich diese späten Sorten durch eine besonders schlechte Temperaturausnutzung aus, wie auch aus der Abbildung 10 hervorgeht.

Eine Trennung der photoperiodischen Reaktion von den Temperatureinflüssen ist aus diesen Ergebnissen nicht möglich. In den Gefäßversuchen trat eine gewisse Langtagreaktion bis "D" bei den Sorten "Vniimk", "Admiral" und "Kort Russ" im hohen Temperaturbereich auf. Das geht aus den Feldversuchen nicht hervor. Lediglich bei den Sorten "Kiswardai" und "Giganta" ist im Gegensatz zu allen übrigen Sorten keine Abnahme der Temperatursumme mit der III. Saatzeit gegeben. "Kiswardai" zeigte in den Gefäßversuchen die stärkste Kurztagreaktion durch Verlängerung der Vegetation im langen Tag. Hier könnte eine gewisse Erklärung des unterschiedlichen Verhaltens dieser beiden Sorten möglich sein, da durch die Kurztagreaktion trotz hoher Temperaturen die Vegetationszeit weniger deutlich abnahm als bei den übrigen.

Unter Freilandbedingungen kommt eine gewisse Konstanz der Temperatursummen durch die starken Wechselwirkungen zwischen Temperatur und Photoperiode und die gegenseitige Kompensierung zustande. Diese Wechselwirkungen sind teilweise noch deutlicher bis zum Blühstadium, wie aus der Tabelle 6 und Abbildung 11 zu ersehen ist.

Das B₁-Stadium nimmt eine Mittelstellung zwischen "D" und Blühbeginn ein; so kann hier auf die Wiedergabe verzichtet werden. In der V. Saatzeit wurde der Blühbeginn meistens nicht erreicht, deshalb fällt diese Saatzeit in Tab. 6 aus.

Tabelle 6

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Vegetationstage

Aufgang-Blühbeginn bzw. Ende der Vegetation

Saatzeit Jahre und Standorte Sorte	I. Saatzeit					II. Saatzeit					III. Saatzeit				
	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
Admiral	66	63	65	64	64	57	61	60	58	59	59	51	57	53	55
Commander	68	63	66	66	66	58	63	62	59	60	61	51	58	54	56
Jupiter	-	67	-	-	-	60	61	63	58	60	63	55	60	58	59
Borowski	70	69	72	68	70	61	64	65	60	63	64	58	64	58	61
v. Boguslawski's															
frühe	69	68	71	66	69	58	66	62	61	62	61	55	58	57	58
Hesa	71	68	70	68	69	62	64	65	61	63	64	58	64	58	61
Hesa + N	69	68	69	68	69	63	64	66	61	63	65	59	64	59	62
Sobrid	74	70	76	68	72	63	66	66	63	64	64	58	63	59	61
Spanner's															
Allzweck	75	69	75	69	72	63	66	66	64	65	63	58	64	57	61
Vniimk 8931	76	75	78	72	75	67	69	69	67	68	67	60	66	60	63
Record	76	73	77	72	74	65	67	66	66	66	66	66	68	63	66
Iregi	74	72	77	69	73	65	69	68	66	67	66	63	67	63	65
Kiswardai	89	82	88	83	85	81	78	79	80	80	72	72	74	70	72
Giganta	91	81	87	84	86	73	80	75	78	76	80	75	81	75	78
FW 436/59	97	90	90	97	93	86	100	94	92	93	81	85	87	80	83
Kort Russ	-	94	-	-	-	93	98	95	96	95	88	86	93	80	87
M (aus 14 Varianten)	76	72	76	72	74	66	70	69	67	68	67	62	67	62	64

o nicht im Mittel berücksichtigt
+ Ende der Vegetation

Tabelle 7

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Temperatursummen und Temperatursummen über der Basistemperatur 7,0° C

Saatzeit Jahre und Standorte Sorte	I. Saatzeit		II. Saatzeit		III. Saatzeit		IV. Saatzeit		M	
	Temp. Σ	Temp. Σ , 7,0°C	Temp. Σ	Temp. Σ , 7,0°C	Temp. Σ	Temp. Σ , 7,0°C	Temp. Σ	Temp. Σ , 7,0°C	1968	1969
Admiral	918	465	948	536	962	581	970	543	937	963
Commander	935	478	973	553	978	588	978	545	960	973
Jupiter	-	-	965	543	1022	612	975	547	-	988
Borowski	1005	511	1021	583	1050	625	1040	571	1004	1054
v. Boguslawski's										
frühe	970	507	1009	579	1004	601	1000	554	958	1034
Hesa	992	511	1019	580	1050	625	1047	575	1011	1043
Hesa + N	979	507	1028	585	1061	631	1048	575	1011	1046
Sobrid	1026	525	1051	602	1048	624	1032	571	1020	1058
Spanner's										
Allzweck	1028	529	1062	611	1045	620	1019	561	1017	1061
Vniimk 8931	1086	562	1123	647	1081	640	1110	600	1078	1122
Record	1066	550	1081	621	1085	644	1072	585	1056	1097
Iregi	1052	543	1099	635	1102	651	1078	591	1053	1113
Kiswardai	1268	668	1341	784	1210	708	1083	592	1201	1251
Giganta	1280	681	1330	778	1290	747	1184	628	1247	1296
FW 436/59	1442	786	1546	897	1360	779	1201	635	1309	1466
Kort Russ	-	-	1566	924	1400	794	1250	656	-	1479
M (aus 14 Varianten)	1075	559	1117	642	1095	647	1062	580	1062	1113

o nicht im Mittel berücksichtigt

IV. Saatzeit					M					I. Saatzeit	II. Saatzeit
1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	Chimoio	
4	59	65	57	61	62	59	62	58	60	48	43
6	59	65	59	62	63	59	63	60	61	48	43
6	57	63	60	62	-	60	-	-	-	48	42
9	65	73	63	67	66	64	68	62	65	48	43
6	62	69	59	64	64	63	65	61	63	48	43
9	67	73	62	68	67	64	68	62	65	52	46
9	66	74	61	67	67	64	68	62	65	48	46
9	64	72	61	66	68	65	69	63	66	48	45
7	64	70	61	66	67	64	69	63	66	54	43
6	71	81	65	73	72	69	74	66	70	54	47
3	66	75	64	69	70	68	72	66	69	54	49
2	71	78	65	72	69	69	73	66	69	48	46
3	68	75	66	70	79	76	79	75	77	48	43
3	78	91	70	80	82	79	84	77	80	61	55
1	82	89	73	81	86	89	90	86	88	61	56
6	85	93 ⁺	78	86	-	91	-	-	-	75	-
1	67	75	63	69	70	68	72	66	69	51	47

gang - Blühbeginn , Mittel der Saatzeiten , Standorte und Jahre

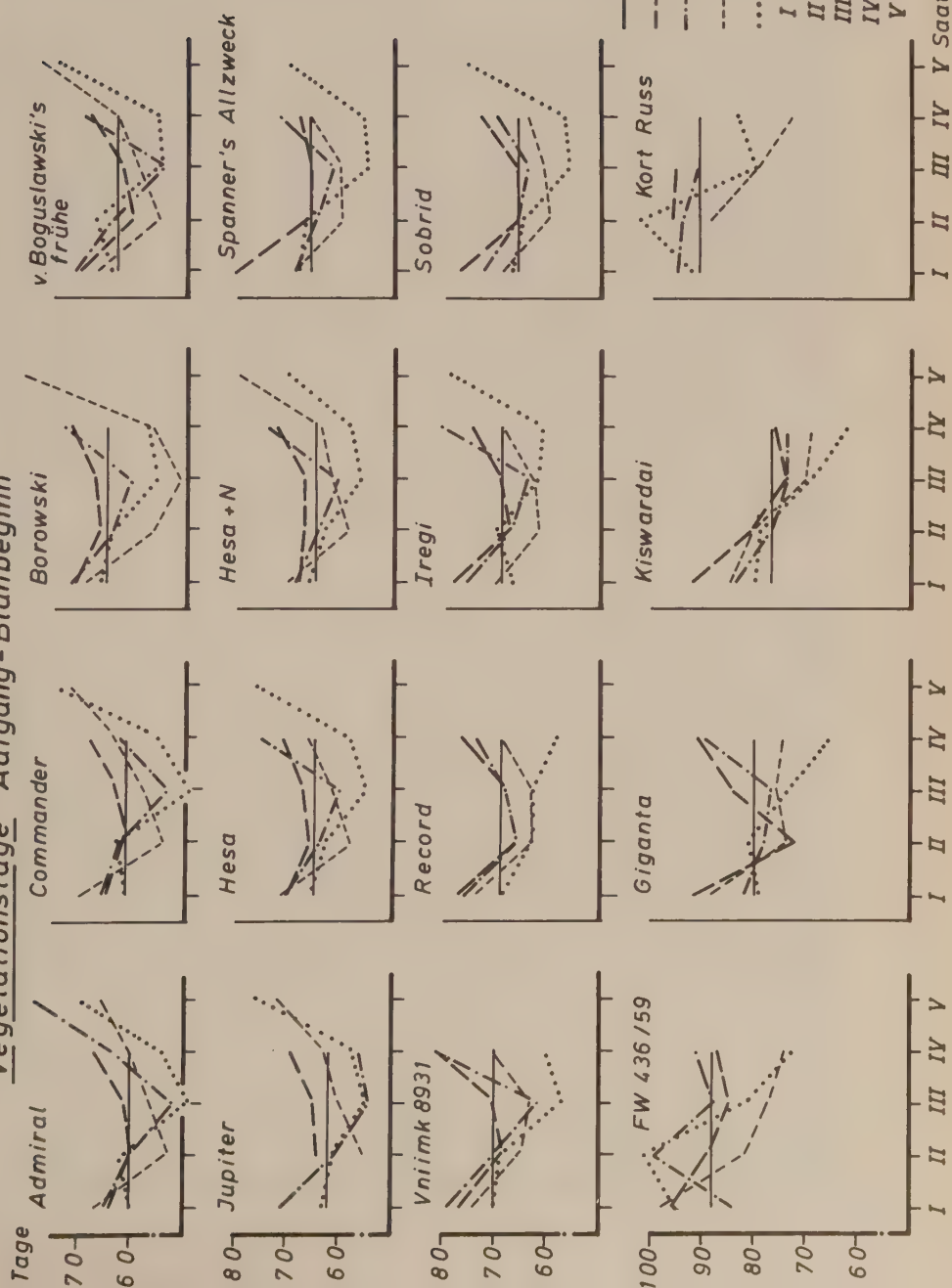
p. Σ			M. Temp. Σ > 7,0°C					I. Saat.	II. Saat.
R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	Chimoio Temper. Σ	
922	978	950	506	556	489	574	531	1229	1157
929	1004	966	520	561	492	590	541	1229	1157
-	-	-	-	570	-	-	-	1229	1130
1013	1046	1029	542	602	532	614	572	1229	1157
960	1031	996	523	597	514	607	560	1229	1234
1003	1052	1027	548	597	529	618	573	1335	1234
1004	1054	1029	550	598	531	618	574	1229	1234
1022	1057	1039	551	609	541	620	580	1229	1205
1014	1064	1039	549	610	535	625	580	1387	1153
1084	1116	1100	582	642	571	654	612	1387	1261
1038	1115	1076	569	630	547	653	600	1387	1313
1056	1110	1083	569	640	558	652	605	1229	1234
1182	1270	1226	651	724	628	749	688	1229	1157
1236	1306	1271	669	747	648	769	708	1574	1456
1321	1455	1387	708	840	692	857	774	1574	1483
-	-	-	-	855	-	-	-	1959	-
056	1118	1087	574	639	558	657	607	1320	1245

Auch in diesem Entwicklungsstadium macht sich der starke Witterungseinfluß bemerkbar. Wie zum D-Stadium beschleunigt sich die Entwicklung von der I. zur III. Saatzeit um 10 Tage. Durch den stärkeren Temperaturabfall im Herbst verzögert sie sich im Mittel der Sorten in der IV. Saatzeit jedoch um 5 Tage im Mittel aller Sorten, so daß die Saatzeiten II und IV eine gleiche Vegetationslänge bis zur Blüte hatten. Die Temperaturwirkung zeigte sich am deutlichsten im Sommer 1969 in der III. Saatzeit, wo gegenüber dem Vorjahr eine Beschleunigung von 5 Tagen bis zur Blüte eintrat. Diese Wirkung der hohen Temperaturen ergab sich auch in den anderen Saatzeiten, mit Ausnahme der II. Hier wirkte sich die oben beschriebene starke Verzögerung, besonders in Groß-Gerau, durch die hohen Niederschläge in der Jugendphase noch bis zur Blüte aus (siehe Abb. 11).

Während bis zum D-Stadium im Mittel kein Unterschied in der Entwicklungszeit zwischen den Standorten zu erkennen war, kann eine eindeutige Verzögerung bis zur Blüte in Rauschholzhausen verzeichnet werden. Die Blüte begann dort im Mittel der Sorten am 72. Tag, dagegen in Groß-Gerau schon nach 66 Tagen.

In Tab. 6 und Abb. 9 treten deutliche Sortenunterschiede im Mittel der Saatzeiten hervor. Die kürzeste Vegetationszeit bis Blühbeginn zeigten, wie bis zum D-Stadium, "Admiral" und "Commander" mit 60 und 61 Tagen. "Giganta" und "FW 436/59" waren wiederum sehr spät. Noch später war "Kort Russ", die 1968 in der IV. Saatzeit den Blühbeginn nicht mehr erreichte. "v. Boguslawski's frühe" hatte bis Blühbeginn gegenüber "Borowski" und "Hesa" eine kürzere Vegetationszeit. Sie steht damit zwischen den frühen Sorten "Admiral" und "Commander" und den mittelfrühen "Borowski" und "Hesa". Auch zwischen "Sobrid" und "Spanner's Allzweck" auf der einen Seite und "Vniimk", "Iregi" und "Record" auf der anderen ergeben sich etwas deutlichere Unterschiede in der Entwicklungsdauer bis Blühbeginn als bis zum D-Stadium. "Kiswardai" stand wiederum mit 77 Tagen bis Blühbeginn zwischen den mittelspäten und späten Sorten. Zwischen "Giganta" und "FW 436/59" ist hier ein deutlicher Unterschied von 8 Tagen gegeben, der sich besonders in der I. und II. Saatzeit, jedoch nicht in der IV. zeigt.

Abb. 11 Saatzeit / Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw.-varianten
Vegetationstage Aufgang - Blühbeginn



Die Wechselwirkungen der übrigen Sorten zwischen den Saatzeiten sind ebenfalls stärker als im D-Stadium, wie aus Abbildung 11 ersichtlich ist. Die Sorte "Kiswardai" zeigt die stärkste Abweichung vom allgemeinen Trend. Während die überwiegende Zahl der Sorten die schnellste Entwicklung in der III. Saatzeit mit einer Verspätung des Eintritts in die Blüte in der IV. aufweisen, ist die Entwicklung bei dieser Sorte auch in der IV. Saatzeit noch kürzer. Ein ähnliches Verhalten ist bei "FW 436/59" und "Kort Russ" zu verzeichnen. Bei "Giganta" nimmt sie nur wenig zu, ebenso beträgt sie bei "Record" nur 3 Tage (Tabelle 6). Bei "Vniimk" ist die stärkste Differenz mit 10 Tagen zwischen der III. und IV. Saatzeit gegeben. Hier machen sich jedoch deutlichere Standortunterschiede bemerkbar, wie Abbildung 11 erkennen läßt. Auf dem kühleren Standort Rauischholzhausen war die Vegetationszeit bis Blühbeginn immer etwas stärker verzögert als in Groß-Gerau. Dies deutet auf eine stärkere Temperaturabhängigkeit, zumindest bei manchen Sorten hin. Die Standortunterschiede waren am deutlichsten bei "Vniimk" und "Giganta". Auch "Iregi" und "Sobrid" zeigten etwas stärkere Differenzierungen.

Die Differenzen zwischen den Sorten sind in der I. und II. Saatzeit am stärksten; hier beträgt der Unterschied der Vegetationszeit z. B. zwischen "Hesa" und "Kiswardai" 16 Tage, während sie in der IV. Saatzeit fast gleichzeitig zur Blüte kommen (68 bzw. 70 Tage). Dies zeigt eine stärkere Kurztagreaktion bei "Kiswardai". Eine ähnliche Verkürzung der Vegetationszeit bis Blühbeginn bei später Aussaat unter kürzeren Tagesverhältnissen weisen auch "FW 436/59" und "Giganta" sowie "Kort Russ" auf. Diese Kurztagreaktion zeigt sich vor allem in Groß-Gerau unter höheren Temperaturverhältnissen. Die Vegetationszeit-Verkürzung zwischen der I. und IV. Saatzeit ist bei "Giganta" etwas geringer als bei den übrigen Sorten. Diese unterschiedliche Reaktion trat schon in den Gewächshausversuchen (siehe Abb. 4 u. Tab. 1) zutage.

Die höhere Stickstoffdüngung bei der Sorte "Hesa" wirkte sich in einer gewissen Beschleunigung der Entwicklung in der IV. Saatzeit aus.

In den Gewächshausversuchen ergab sich (Abb. 5) für "Vniimk" und "Sobrid" im höheren Temperaturbereich eine geringere Tageslängen-Ab-

hängigkeit, als bei den übrigen Sorten. Dies erklärt, daß in Tabelle 6 und Abbildung 11 hervortretende unterschiedliche Verhalten.

Ergänzend zu den beiden Standorten Groß-Gerau und Rauischholzhausen wird in der Tabelle 6 die Vegetationszeit bis Blühbeginn vom Standort Chimoio/Moçambique wiedergegeben. Die beiden dort durchgeführten Saatzeiten unterscheiden sich durch die Verkürzung der Tageslänge von der I. zur II. um 1 Stunde, während die Temperaturen annähernd gleich waren. Im Mittel der 14 Varianten verkürzte sich die Vegetationszeit um 4 Tage. Von diesem allgemeinen Trend wichen lediglich die Sorten "Spanner's Allzweck", "Vniimk" und "Iregi" ab. Damit sind unter den dortigen Kurztagsverhältnissen von $13 \frac{1}{4}$ bzw. $12 \frac{1}{4}$ Stunden wesentlich kürzere Vegetationszeiten als auf den beiden deutschen Standorten gegeben. Die Sortenunterschiede sind geringer, besonders in der II. Saatzeit mit den kürzesten Tagen.

Die stärkere Kurztagsreaktion von "Kiswardai" kommt in der wesentlich kürzeren Vegetationszeit gegenüber den beiden deutschen Standorten zum Ausdruck.

Wechselwirkungen zwischen Sorten und den beiden europäischen Standorten traten vor allem bei "Spanner's Allzweck" auf, wo sich die stärkste Verkürzung in der II. Saatzeit zeigte. Nur 2 bis 3 Tage Unterschied ergaben sich bei den Sorten "Iregi", "Sobrid" und "Hesa + N". Die höhere Stickstoffdüngung bewirkte hier in der I. Saatzeit eine Verkürzung der Vegetationslänge um 4 Tage, was in einem gewissen Gegensatz zu dem Versuch im Gewächshaus steht. Dort war unter Kurztagsverhältnissen eine geringe Verzögerung durch die höhere N-Gabe festzustellen.

Wie beim D-Stadium werden zur Aufdeckung der unterschiedlichen Reaktion die Temperatursummen vom Aufgang bis Blühbeginn in Tabelle 7 zusammengestellt.

Im Mittel der Sorten ist eine geringe Zunahme der Temperatursummen von der I. Saatzeit mit 1075°C , zur II. mit 1117°C zu verzeichnen. Danach nehmen die Werte bis auf 1062°C in der IV. Saatzeit wieder ab.

1968 blieben die Temperatursummen der Saatzeiten jedoch fast konstant bei 1062°C . In Rauischholzhausen war diese Tendenz in beiden Jahren angedeutet, die Werte lagen um 1056°C . Stärkere Abweichungen zeigten sich nur 1969 in Groß-Gerau (hier nicht angegeben). Dabei wirkten sich wahrscheinlich die ungünstigen Niederschlagsverhältnisse der II. Saatzeit während der Jugendphase in der Temperatursumme noch bis zur Blüte aus. Erhöhte Temperaturen sind auch in der III. Saatzeit 1969 in Groß-Gerau zu verzeichnen. Sie sind Trockenheit und höheren, weniger wirksameren Temperaturen zuzuschreiben; denn die Wechselwirkungen zwischen Jahren und Standorten sind wie auch schon im D-Stadium durch die bessere Temperaturnutzung unter kühleren Verhältnissen zu erklären.

Die Reihenfolge der Temperaturbedürftigkeit der Sorten blieb im Mittel der Saatzeiten annähernd die gleiche wie zum D-Stadium, zwischen den Sorten bestehen jedoch große Unterschiede (Tab. 7). "Admiral" benötigt im Mittel der Saatzeiten 950°C . Ähnlich sind die Temperaturansprüche von "Commander" mit 966°C und im Jahre 1969 von "Jupiter" mit 988°C . Deutlich höhere Temperatursummen zeigen wiederum "Kort Russ", "FW 436/59", "Giganta" und "Kiswardai".

Zwischen Sorten und Saatzeiten treten die schon in der Vegetationszeit sichtbaren Wechselbeziehungen zutage. Die Sorten "Kiswardai", "Giganta", "FW 436/59" und "Kort Russ" haben unter den Wachstumsbedingungen der IV. Saatzeit deutlich niedrigere Temperatursummen als in der I. Saatzeit, während bei den frühen bis mittelspäten Sorten die Temperatursummen zwischen der I. und IV. Saatzeit weitgehend konstant bleiben. Dies zeigt wiederum deutlich die stärkere Kurztagreaktion der "späten" Sorten. "Giganta" reagierte etwas weniger. "FW 436/59" und "Kiswardai" zeigten stärkere Kurztagreaktion auch unter hohen Temperaturverhältnissen im klimatisierten Gewächshaus. Die deutliche Zunahme der Temperatursumme dieser Sorten in der II. Saatzeit ist ausschließlich eine Temperaturreaktion. Wie unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen dürfte sie auf der geringeren Ausnutzung von höheren Temperaturen beruhen. Während der I. und II. Saatzeit bestehen nur geringe photoperiodische Unterschiede.

Bei den übrigen Sorten weisen die Ergebnisse der Saatzeit/Standortversuche auf Tagneutralität hin. Das widerspricht jedoch den Ergebnissen der Gefäßversuche, wo außer der Sorte "Vniimk" alle eine mehr oder weniger starke Kurztagreaktion zeigten.

Die Versuchsergebnisse in Chimoio deuten ebenfalls auf eine Kurztagreaktion der untersuchten Sorten hin (siehe Tabelle 7). Es ergaben sich bei geringfügig geänderten Temperaturen, aber einer Verkürzung der Tageslänge um eine Stunde von der I. zur II. Saatzeit durch die Verkürzung der Vegetationszeit (s. Tab. 6) eine gewisse Verminderung der Temperatursummen. Im Mittel betrugen die Werte der I. Saatzeit 1320°C dagegen in der II. 1245°C .

Auch auf diesem Standort zeigt die Sonnenblume die geringere Ausnutzung von hohen Temperaturen (Tab. 2), da die Werte allgemein weit über den in Mitteleuropa ermittelten lagen.

Die Sorte "Kiswardai" benötigte in Chimoio nur Temperatursummen von 1229°C bzw. 1157°C und entsprach somit der frühen Sorte "Admiral". Als einzige Sorte hat sie somit eine geringere Temperatursumme als auf dem mitteleuropäischen Standort Groß-Gerau und erwies sich wie in den Gefäßversuchen als die Sorte mit der stärksten Kurztagreaktion.

Neben der Photoperiode kann auch die Lichtintensität einen Einfluß auf die Entwicklung haben. Dies zeigt ein Vergleich der Entwicklungszeit im Freiland mit denen im Gewächshaus (Tab. 1).

WELLENSIEK und HIGAZY (1961) beobachteten bei *Lunaria biennis* eine frühere Thermoinduktion bei höherer Lichtintensität.

Auch in den Körnerleistungsprüfungen (siehe später) (Standraum 40 x 40 cm) und den zur Futterleistung angebauten Teilstücken (Standraum 40 x 10 cm) zeigte sich besonders 1968 ein bis zu 10 Tage früherer Blühbeginn bei weitem Standraum; d.h. höherer Lichteinfluß pro Pflanze beschleunigte die Entwicklung. Das gleiche stellte KREH (1966) fest.

Die in den Saatzeitversuchen weitgehend gegebene Konstanz der Tempe-

ratursummen der meisten Sorten kann zu dem Schluß einer "Tagneutralität" führen. Diese Konstanz der Temperatursummen kommt jedoch lediglich durch die Wechselwirkungen zwischen Temperatur und Tageslängenreaktion zustande. Hier kommt es, wie es exakt unter kontrollierten Temperatur- und photoperiodischen Verhältnissen nachgewiesen wurde, zu Kompensationswirkungen. Unter Mitteleuropäischen Verhältnissen fallen kürzere Tageslängen und niedrigere Temperaturen, sowie Langtag und höhere Temperaturen zusammen. Langtag verlängert die Vegetationszeit, während hohe Temperatur eine entsprechende Verkürzung verursacht. Dabei sind Temperaturen über ein bestimmtes Maß hinaus offensichtlich nicht entwicklungsphysiologisch wirksam, da unter kontrollierten Gewächshausbedingungen und in Freilandversuchen im hohen Temperaturbereich höhere Temperatursummen festgestellt werden. Niedrige Temperaturen verlängern die Vegetationszeit, kürzere Tageslängen wiederum wirken verkürzend. Dadurch wird bei allen Sorten die nicht eine sehr starke Kurztagreaktion zeigen, wie "Kiswardai", "FW 436/59" und "Kort Russ", eine Tagneutralität vorgetäuscht, die lediglich eine quantitative Abstufung einer wie hier nachgewiesenen Kurztagreaktion ist.

SCHUSTER (1956) kam durch seine Saatzeitversuche mit der Sorte "Hesa", die bis zur Blüte ähnliche Tendenzen aufwies wie die Versuche in Rauischholzhausen und Groß-Gerau, zu dem Schluß, daß Sonnenblumen bis zur Blüte tagneutral seien. Auch SCHULZE (1958) konzipierte, daß die von ihm untersuchten Sonnenblumensorten bzw. -Zuchtstämme tagneutral reagierten. Unterschiedliche Temperatursummen zwischen Saatzeit versuchte er durch eine Basistemperatur zu eliminieren. Basistemperatur ist die für eine Entwicklung benötigte Minimaltemperatur. SCHULZE berechnete diese durch Regressionsrechnungen und ermittelte eine Basistemperatur von $7,0^{\circ}\text{C}$, wobei er keine gesicherten Unterschiede zwischen einzelnen Stämmen nachweisen konnte.

Für das vorliegende Datenmaterial wurden jedoch bei der Anwendung der von SCHULZE empfohlenen Regressionsrechnung zwischen den Sorten sehr unterschiedliche Basistemperaturen gefunden. Es ergaben sich bis zum D-Stadium Werte für die Basistemperatur zwischen $3,23^{\circ}\text{C}$ bei "Kiswardai"

und $9,49^{\circ}\text{C}$ bei "Kort Russ". Für die Zeit Aufgang bis Blühbeginn schwankten die Werte zwischen $-3,40^{\circ}\text{C}$ bei "Commander" und $13,75^{\circ}\text{C}$ bei "FW 436/59". Diese sehr unterschiedlichen Basistemperaturen können nur durch unterschiedliche photoperiodische Reaktionen der Sorten zustande kommen.

Bleibt bei Errechnung der Temperatursummen die physiologisch nicht wirksame Basistemperatur von $7,0^{\circ}\text{C}$ nach SCHULZE (1958) unberücksichtigt, wie von SCHRÖDTER (1952) und HERTLEIN (1954) empfohlen, so ergeben sich in Tabelle 7 im Mittel von vier Saatzeiten zwischen den Sorten die gleichen Abstufungen wie bei Benutzung der unbereinigten Temperatursummen. Auch zwischen den Jahren sowie zwischen den Standorten ändern sich die Relationen nicht. Lediglich zwischen den Saatzeiten, bei Berücksichtigung der minimal wirksamen Temperatur, treten etwas deutlichere Differenzierungen zutage. Hier kann sich eine Erhöhung der Temperatursumme durch die Langtagverhältnisse während der II. und III. Saatzeit auswirken. Jedoch können diese erhöhten Temperatursummen auch durch geringere Ausnutzung hoher Temperaturen für die Entwicklung, wie auch in den Gewächshausversuchen zum Ausdruck kam, bedingt sein. Auch die Wechselwirkungen zwischen den Sorten und Saatzeiten, die durch unterschiedliche photoperiodische Reaktionen bewirkt werden, kommen unter Berücksichtigung der Basistemperatur etwas deutlicher zum Ausdruck.

Die Unterschiede treten stärker im Zeitabschnitt von "D" bis Blühbeginn auf, als vom Aufgang bis D-Stadium. Damit bestätigt sich allgemein eine geringere Temperaturabhängigkeit und photoperiodische Beeinflussung im Zeitabschnitt Aufgang bis "D" als in der Phase "D" bis Blühbeginn, bzw. Aufgang bis Blühbeginn.

Es zeigen sich jedoch zwischen den Sorten deutlich unterschiedliche Reaktionstypen, die sich in einer unterschiedlichen Anbaueignung unter verschiedenen Temperaturen und Photoperioden ausweisen.

b. Wachstumsverlauf unter Freilandbedingungen

Neben den entwicklungsphysiologischen Beobachtungen wurden alle 10 bis 14 Tage Wuchshöhenmessungen in Sonnenblumenbeständen durchgeführt. Eine zusammenfassende Darstellung der zwei Jahre und zwei Standorte mit Kennzeichnung der Entwicklungsabschnitte für die fünf Saatzeiten und 16 Varianten wird in Abbildung 12 gegeben. Die S-förmigen Wachstumskurven sind stark von der Temperatur und Photoperiode beeinflusst. So ergibt sich für die einzelnen Saatzeiten ein unterschiedlicher Verlauf.

Das Wachstum der Jugendphase wird in der I. Saatzeit vorwiegend durch die niedrigen Temperaturen verzögert. Auch in der II. Saatzeit ist das Wachstum in dieser Phase noch gering. Durch die hohen Temperaturen der späten Saatzeiten wird es dagegen stark beschleunigt. Die Wachstumskurven vom B₁-Stadium bis zur Blüte weisen von der I. bis zur III. Saatzeit keine großen Differenzen auf. In der IV. und besonders der V. Saatzeit ist jedoch ein Abfall zu verzeichnen. Am stärksten zeigt sich dies bei den "späten" Sorten "FW 436/59", "Giganta", "Kiswardai" und "Kort Russ", die auch die stärkere Kurztagreaktion zeigen, so daß diese Sorten ihre Höchstleistung nur bei früher Aussaat bringen können.

Die Differenzierungen zwischen Sorten und Saatzeiten lassen sich am besten an Hand der Wuchsgeschwindigkeit (siehe Tab. 8) beschreiben. Diese nehmen im Mittel von 14 Sorten von 0,72 cm/Tag in der I. Saatzeit auf 1,16 cm/Tag in der III. zu. Erst in der V. Saatzeit ist, verursacht durch die niedrigeren Temperaturen, eine Abnahme auf 0,85 cm/Tag zu verzeichnen.

Die Witterungsunterschiede der beiden Jahre hatten einen größeren Einfluß als die Standorte. Höhere Temperaturen bewirkten eine Wachstumsbeschleunigung. Dies ist aus der erhöhten Wuchsgeschwindigkeit des Jahres 1969 und des Standortes Groß-Gerau zu ersehen. Geringere Werte 1969 in Groß-Gerau in der II. und V. Saatzeit wurden wie erwähnt durch die hohen Niederschläge während dieser Wachstumsphase verursacht.

Entgegen dem allgemeinen Trend hatten die Sorten "Vniimk 8931", "FW

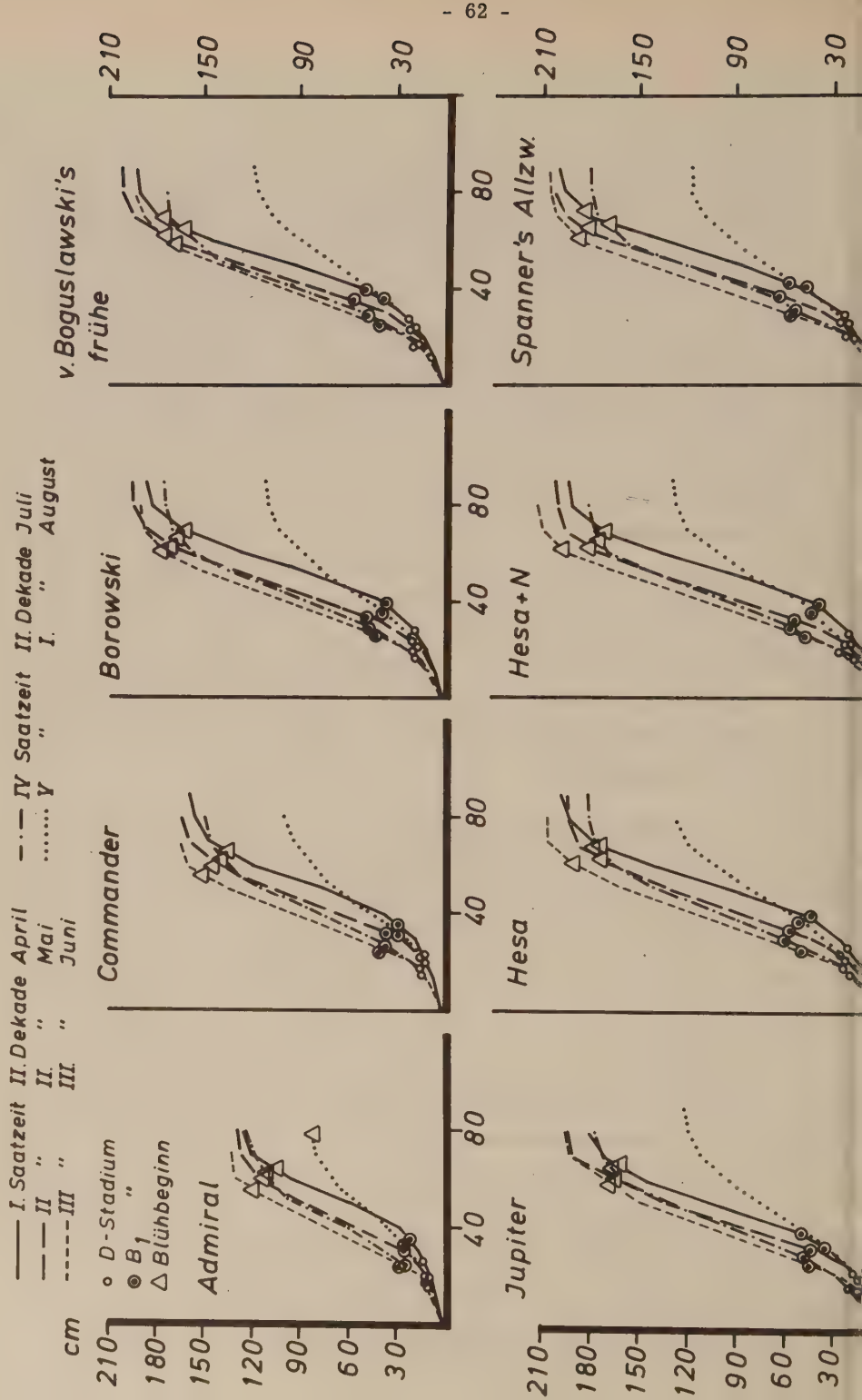
436/59" und sehr geringfügig "Iregi", "Giganta" und "Admiral" bis zum D-Stadium eine geringere Wuchsgeschwindigkeit in Groß-Gerau. Es kann daraus eine negative Reaktion dieser Sorten in der Jugendphase auf den ungünstigeren Wasserhaushalt des Bodens auf diesem Standort vermutet werden. Die russische Sorte "Vniimk" zeigte in Rauischholzhausen gegenüber der deutschen Sorte "Hesa" eine bessere Wuchsgeschwindigkeit, jedoch in Groß-Gerau meist eine verringerte. In dieser Phase ist der Vergleich der Sorten nicht ganz leicht, da die Wuchsgeschwindigkeit und die Entwicklung unabhängig verlaufen. So zeigen die früheren Sorten eine geringere Wuchsgeschwindigkeit als die späten. Das ist darauf zurückzuführen, daß das D-Stadium bei den frühen Sorten noch in dem flachen Teil der Wachstumskurve, bei den späten jedoch erst in dem steil ansteigenden Abschnitt der Kurve eintritt (siehe Abb. 12). Das D-Stadium ist demzufolge kein eindeutiges Kriterium für die "Jugendentwicklung".

Für die Beurteilung der Futterleistungen ist das Stadium Blühbeginn von praktischerer Bedeutung, zumal die einzelnen Pflanzen mit der Blüte ihr Längenwachstum beenden und hier das optimale Stadium für eine Grünfütterleistung gegeben ist.

Die Wuchsgeschwindigkeiten vom Aufgang bis zur Blüte, die in Tabelle 8 wiedergegeben werden, zeigen im Mittel der Sorten eine Beschleunigung bis zu 2,99 cm/Tag in der III. Saatzeit und dann einer Verlangsamung bis zu 1,50 cm/Tag in der letzten Saatzeit. Dies wird durch die niedrigen Temperaturen des Spätsommers sowie die kürzerwerdenden Tage bewirkt. Dies beeinflußt auch schon den letzten Wachstumsabschnitt in der IV. Saatzeit, wodurch sich eine Abnahme der Wuchsgeschwindigkeit im Gegensatz zum D-Stadium ergibt (2,49 cm/Tag). 1969 wurde jedoch in Groß-Gerau in dieser Saatzeit durch hohe Temperaturen bei ausreichender Wasserversorgung besonders während der Phase "B₁ bis kurz vor der Blüte" (siehe Abb. 1) das schnellste Wachstum bewirkt; im Mittel der Sorten ergab sich eine Wuchsgeschwindigkeit von 3,37 cm/Tag. Ähnliche Werte wurden 1968 in Rauischholzhausen beim II. Saattermin verzeichnet.

Im Gegensatz zu der "Jugendentwicklung" zeigte sich im Mittel der

Abb:12 *Saatzeit /Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw.-varianten
Wachstums-und Entwicklungsverlauf. Mittel aus 2 Standorten u. 2 Jahren*



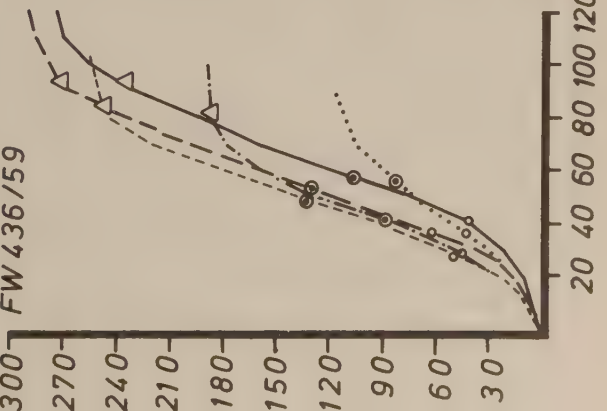
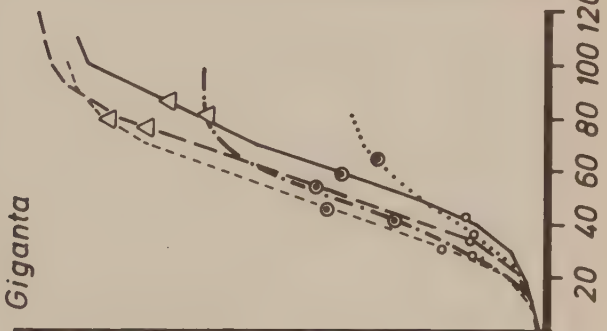
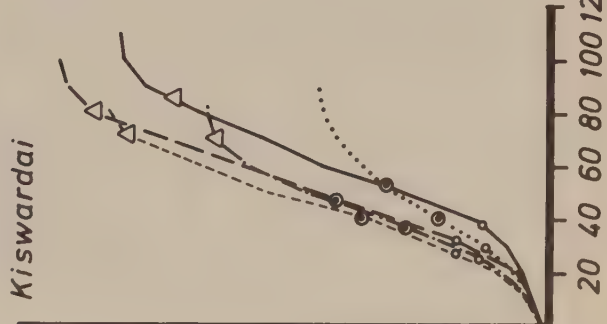
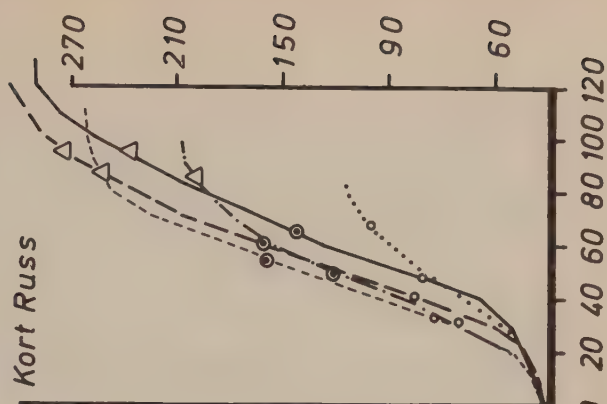
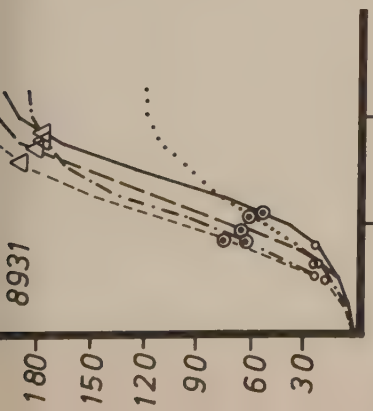
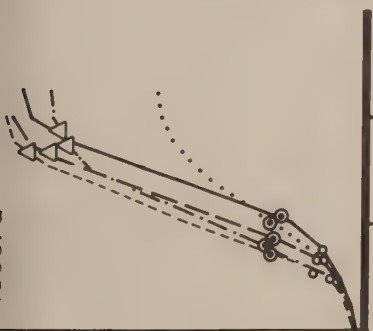
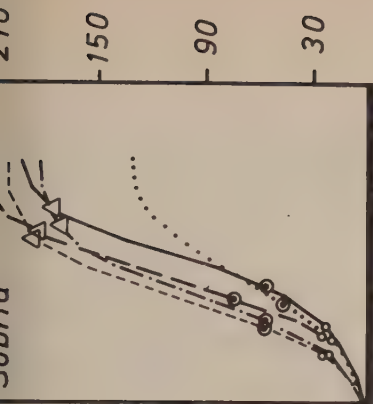


Tabelle 8

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten.

Wuchsgeschwindigkeit (cm/Tag)

Saatzeit Jahre und Standorte Sorte	I. Saatzeit					II. Saatzeit					III. Saatzeit				
	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
M bis D-St. (aus 14 Var.)	0,65	0,80	0,70	0,75	0,72	0,95	0,88	0,91	0,92	0,91	Aufgang bis D-Stadium				
											1,01	1,31	1,19	1,13	1,16
Admiral	1,68	1,74	1,72	1,70	1,71	2,16	1,65	1,92	1,89	1,90	Aufgang bis Blühbeginn				
Commander	2,14	2,17	2,37	1,94	2,15	2,94	1,94	2,40	2,46	2,43	2,29	2,22	2,41	2,10	2,25
Jupiter	-	2,48	-	-	-	3,32	2,58	2,96	2,94	2,95	2,70	2,79	2,87	2,62	2,75
Borowski	2,29	2,43	2,48	2,23	2,36	3,10	2,39	2,84	2,65	2,74	2,85	3,17	3,03	2,99	3,01
v. Boguslawski's											3,01	2,81	2,84	2,99	2,91
frühe	2,49	2,70	2,71	2,47	2,59	3,37	2,53	3,06	2,84	2,95	3,03	2,95	3,17	2,81	2,99
Hesa	2,42	2,58	2,76	2,24	2,50	3,00	2,65	3,02	2,63	2,82	3,09	3,16	3,08	3,17	3,12
Hesa + N	2,46	2,53	2,67	2,32	2,49	3,19	2,61	3,15	2,65	2,90	3,06	3,31	3,13	3,25	3,19
Sobrid	2,43	2,41	2,60	2,24	2,42	3,41	2,53	3,16	2,78	2,97	3,17	3,05	3,01	3,21	3,11
Spanner's															
Allzweck	2,23	2,72	2,49	2,45	2,47	3,28	2,47	3,03	2,72	2,87	3,01	3,15	3,01	3,15	3,08
Vniimk 8931	2,39	2,40	2,62	2,17	2,39	2,92	2,47	3,00	2,38	2,69	2,99	3,14	3,03	3,10	3,06
Record	2,13	2,41	2,45	2,08	2,27	2,93	2,50	2,90	2,53	2,71	2,79	2,77	2,64	2,92	2,78
Iregi	2,32	2,42	2,59	2,15	2,37	3,25	2,47	3,04	2,68	2,86	2,99	3,12	3,00	3,12	3,06
Kiswardai	2,57	2,70	2,88	2,40	2,64	3,54	2,81	3,31	3,07	3,19	3,27	3,42	3,33	3,37	3,35
Giganta	2,49	2,48	2,66	2,31	2,49	3,66	2,65	3,47	2,85	3,16	3,22	3,29	3,06	3,35	3,20
FW 436/59	2,60	2,65	2,86	2,39	2,62	3,18	2,69	3,04	2,83	2,93	2,83	3,16	2,90	3,09	2,99
Kort Russ	-	2,51	-	-	-	3,36	2,46	2,99	2,83	2,91	2,64	3,21	2,88	2,97	2,92
M bis Blühb. (aus 14 Var.)	2,33	2,45	2,56	2,22	2,39	3,14	2,45	2,95	2,64	2,79	2,96	3,02	2,96	3,02	2,99

o nicht im Mittel berücksichtigt
+ Ende der Vegetation

Tabelle 9

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Endwuchshöhen (cm)

Saatzeit Jahre und Standorte Sorte	I. Saatzeit					II. Saatzeit					III. Saatzeit				
	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
Admiral	121	123	129	116	122	136	121	129	127	128	140	122	144	118	131
Commander	168	153	179	142	160	184	142	161	165	163	173	157	170	160	165
Jupiter	-	180	-	-	-	210	178	201	187	194	195	194	203	187	195
Borowski	188	186	206	168	187	213	176	203	186	194	200	180	191	189	190
v. Boguslawski's															
frühe	193	192	210	174	192	220	184	215	189	202	197	186	209	175	192
Hesa	203	191	214	179	197	194	191	210	175	192	211	203	209	205	207
Hesa + N	191	194	207	177	192	216	185	222	179	200	210	215	219	206	212
Sobrid	202	186	217	172	194	236	193	223	206	214	212	191	205	198	201
Spanner's															
Allzweck	196	204	215	185	200	224	181	216	190	203	204	206	210	200	205
Vniimk 8931	208	198	227	179	203	215	204	228	191	209	208	217	218	207	213
Record	192	191	211	172	191	202	188	206	184	195	197	205	205	197	201
Iregi	202	193	221	175	198	227	200	223	204	213	209	210	213	206	209
Kiswardai	246	238	270	214	242	302	250	276	276	276	241	255	252	244	248
Giganta	281	248	286	244	265	301	273	297	276	287	254	285	269	270	270
FW 436/59	274	276	300	250	275	288	294	294	289	291	233	277	258	251	255
Kort Russ	-	291	-	-	-	329	281	317	293	305	234	290	272	252	262
M (aus 14 Varianten)	205	198	221	182	201	226	199	222	203	212	206	208	212	202	207

o nicht im Mittel berücksichtigt
+ Ende der Vegetation

IV. Saatzeit					V. Saatzeit					M bis Blühbeginn					M bis D-Stadium				
1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M
0,93	1,34	1,04	1,23	1,13	0,96	0,73	0,90	0,80	0,85	-	-	-	-	-	0,90	1,01	0,95	0,96	0,96
1,73	1,99	1,73	1,98	1,86	1,28	0,97	1,13	1,12	1,12	1,83	1,71	1,78	1,76	1,77	0,54	0,64	0,59	0,58	0,59
2,07	2,54	2,06	2,56	2,31	1,58	1,05	1,30 ⁺	1,33	1,32	2,29	2,10	2,20	2,18	2,19	0,63	0,70	0,70	0,63	0,67
2,30	3,05	2,33	3,02	2,67	1,82	1,31	1,59 ⁺	1,54	1,56	-	2,52	-	-	-	-	0,79	-	-	-
2,34	2,77	2,12	2,99	2,55	1,57 ⁺	1,28	1,43 ⁺	1,44	1,43 ⁺	2,46	2,34	2,34	2,46	2,40	0,79	0,82	0,78	0,83	0,81
2,45	2,83	2,43	2,85	2,64	1,67	1,43	1,58 ⁺	1,52	1,55	2,60	2,49	2,59	2,50	2,55	0,79	0,89	0,80	0,88	0,84
2,37	2,86	2,25	2,98	2,61	1,72 ⁺	1,51	1,71 ⁺	1,52	1,61 ⁺	2,52	2,55	2,56	2,51	2,54	0,85	0,92	0,85	0,91	0,88
2,32	2,89	2,24	2,97	2,61	1,74	1,49	1,67 ⁺	1,56	1,62	2,55	2,57	2,57	2,55	2,56	0,91	0,93	0,90	0,94	0,92
2,42	2,98	2,39	3,01	2,70	1,85 ⁺	1,58 ⁺	1,73 ⁺	1,70 ⁺	1,72 ⁺	2,66	2,51	2,58	2,59	2,58	0,96	1,00	0,93	1,02	0,98
2,36	2,93	2,38	2,91	2,64	1,59 ⁺	1,42	1,55 ⁺	1,47	1,51 ⁺	2,49	2,54	2,49	2,54	2,52	0,78	0,93	0,82	0,90	0,86
2,21	2,82	2,04	2,99	2,51	1,70 ⁺	1,40 ⁺	1,64 ⁺	1,45 ⁺	1,55 ⁺	2,44	2,45	2,47	2,42	2,45	0,87	1,00	0,97	0,89	0,93
2,15	2,83	2,11	2,87	2,49	1,69 ⁺	1,28 ⁺	1,55 ⁺	1,42 ⁺	1,48 ⁺	2,34	2,36	2,33	2,36	2,35	0,91	0,94	0,91	0,92	0,92
2,31	2,79	2,14	2,96	2,55	1,70 ⁺	1,36	1,68 ⁺	1,38	1,53 ⁺	2,51	2,43	2,49	2,46	2,47	0,95	1,01	0,99	0,97	0,98
2,40	2,94	2,35	2,99	2,67	1,86 ⁺	1,43	1,61 ⁺	1,67	1,64 ⁺	2,73	2,66	2,70	2,70	2,70	1,24	1,48	1,33	1,40	1,36
2,15	2,59	1,89	2,85	2,37	1,60	1,21 ⁺	1,43 ⁺	1,38	1,40 ⁺	2,62	2,44	2,50	2,55	2,53	1,16	1,33	1,25	1,24	1,25
2,11	2,58	2,02	2,67	2,34	1,59 ⁺	1,36 ⁺	1,50 ⁺	1,45 ⁺	1,47 ⁺	2,46	2,49	2,46	2,49	2,48	1,23	1,56	1,41	1,37	1,39
2,25	2,62	1,92 ⁺	2,95	2,43 ⁺	1,62 ⁺	1,29 ⁺	1,52 ⁺	1,38 ⁺	1,45 ⁺	-	2,41	-	-	-	-	1,27	-	-	-
2,24	2,74	2,15	2,83	2,49	1,65 ⁺	1,34 ⁺	1,54 ⁺	1,46	1,50 ⁺	2,46	2,40	2,43	2,43	2,43					

IV. Saatzeit					V. Saatzeit					M					I.Saat. II. Saat.	
1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	Chimoio	
113	129	119	124	121	85	78	82	81	81	119	115	121	113	117	134	111
141	156	140	158	149	110	90	101 ⁺	98	100	155	140	150	145	147	130	117
162	188	159	191	175	127	107	119 ⁺	114	117	-	169	-	-	-	122	116
169	180	161	188	174	117	108	108 ⁺	117	112	177	166	174	170	172	91	88
172	175	169	178	173	121	117	119 ⁺	119	119	181	171	184	167	176	109	101
169	192	170	190	180	127 ⁺	127	130 ⁺	124	127 ⁺	181	181	187	175	181	168	138
165	192	170	187	178	128	127	127 ⁺	129	128	182	183	189	176	182	152	111
171	194	178	187	183	137	127	131 ⁺	133	132	192	178	191	179	185	109	101
169	190	175	184	179	118 ⁺	117	117 ⁺	118	117 ⁺	182	180	187	175	181	127	97
175	200	171	204	187	125 ⁺	118 ⁺	124 ⁺	119 ⁺	121 ⁺	186	187	194	180	187	159	136
159	192	163	188	175	123 ⁺	109 ⁺	116 ⁺	116 ⁺	116 ⁺	175	177	180	171	176	135	155
172	196	171	197	184	124 ⁺	115	126 ⁺	113	119 ⁺	187	183	191	179	185	126	103
179	203	177	205	191	137 ⁺	121	121 ⁺	137	129 ⁺	221	213	219	215	217	131	120
177	207	171	213	192	116 ⁺	99 ⁺	107 ⁺	110 ⁺	108 ⁺	226	222	226	223	224	118	159
171	209	180	200	190	118 ⁺	115 ⁺	114 ⁺	118 ⁺	116 ⁺	217	234	229	222	225	225	117
193	221	178 ⁺	235	207	119 ⁺	109 ⁺	115 ⁺	113 ⁺	114 ⁺	-	238	-	-	-	285	-
164	187	165	186	175	120	112	116 ⁺	116	116 ⁺	184	181	187	178	182	137	118

Sorten zwischen den Standorten und Jahren kein Unterschied.

Die Differenzen zwischen den Sorten waren dagegen wieder deutlicher. Die kanadische Hybridsorte "Admiral" hatte das langsamste Wachstum mit 1,77 cm/Tag im Mittel der Saatzeiten, gefolgt von "Commander". Dagegen war "Kiswardai" mit 2,70 cm/Tag am schnellsten; danach folgten "Sobrid" und "Hesa + N" mit 2,58 bzw. 2,56 cm/Tag. Die Werte der übrigen Sorten lagen sehr einheitlich zwischen 2,40 cm/Tag und 2,54 cm/Tag.

Wie auch in den Versuchen unter klimatisch kontrollierten Bedingungen zeigt sich ein stärkerer Temperatureinfluß, der die photoperiodische Reaktion weitgehend überdeckt. "Sobrid" weist gegenüber "Kiswardai" unter den kürzeren Tagen mit kühleren Verhältnissen in der IV. und V. Saatzeit eine Überlegenheit auf, während letztere unter wärmeren Temperaturen und längerer Belichtung in den ersten drei Saatzeiten etwas überlegen war. Unter den etwas kühleren Bedingungen der I. und V. Saatzeit war "FW 436/59" der Sorte "Giganta" überlegen, unter den wärmeren der II. - IV. Saatzeiten wies "Giganta" jedoch die höheren Wachstumsgeschwindigkeiten auf.

Durch die N-Steigerung konnte, wie auch in den Gefäßversuchen, eine leichte Verbesserung der Wuchsgeschwindigkeiten erzielt werden.

Aus Abbildung 12 ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Saatzeiten in der Wuchshöhe bei Blühbeginn. Die höchsten Werte wurden allgemein durch die wärmeren Wachstumsbedingungen in der III. Saatzeit erreicht, bei den "späten" Sorten jedoch schon in der II. Saatzeit. Diese weisen auch die stärkste Abnahme nach Aussaatverspätung auf.

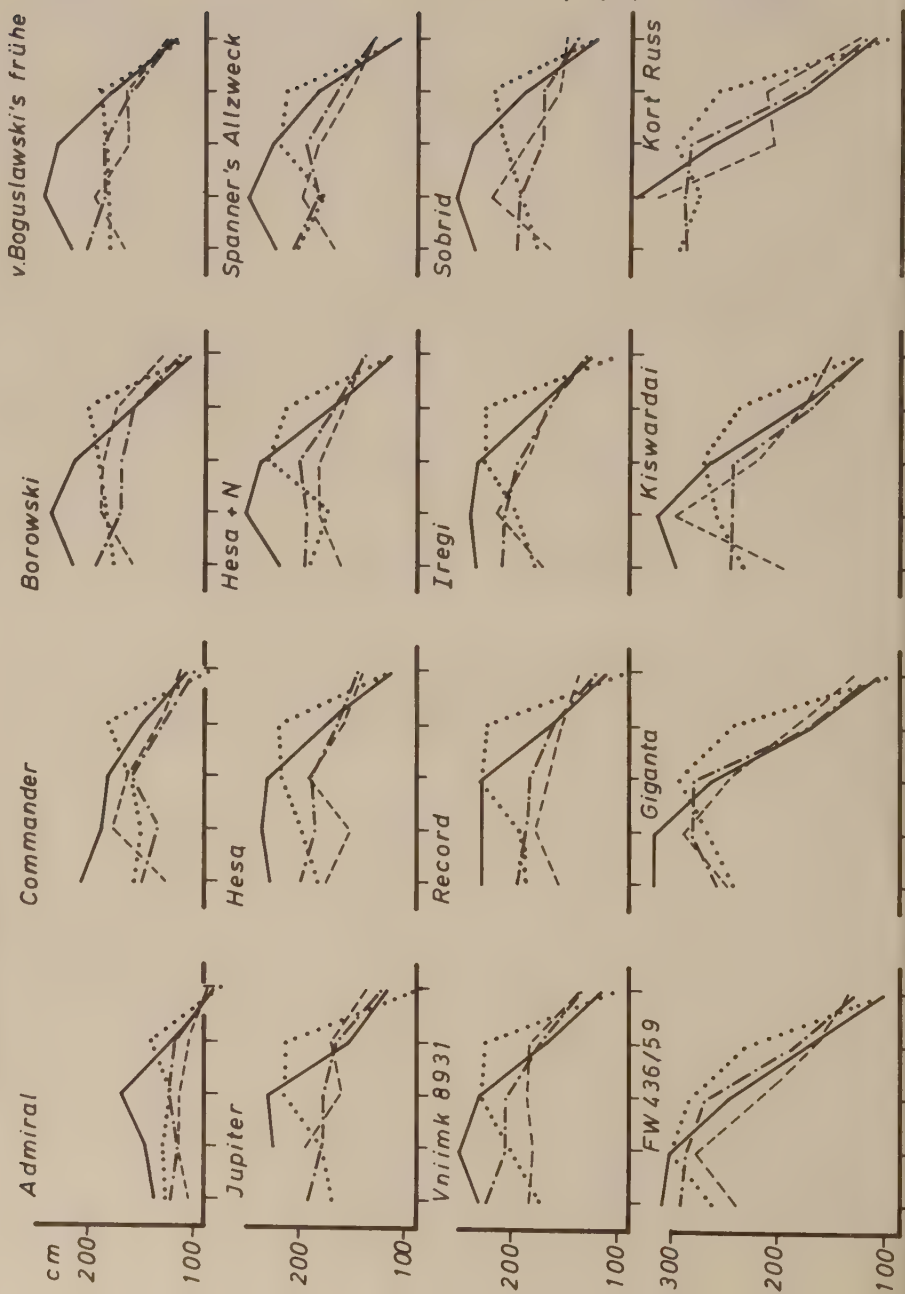
Die Wuchshöhe des Bestandes nimmt, im Gegensatz zu den einzelnen Pflanzen, auch nach dem Blühbeginn noch zu, bis alle Pflanzen dieses Stadium erreicht haben. So ist an hand der Abbildung 12 weiterhin zu erkennen, daß die I. und II. Saatzeit die größte Streuung in der Entwicklung zwischen den Pflanzen eines Bestandes aufweisen. Dadurch wird die Zeit vom Aufblühen der ersten bis zur letzten Pflanze verlängert. So haben die ersten beiden Saatzeiten auch nach "Blühbeginn" bis zur End-

wuchshöhe noch einen stärkeren Zuwachs als die späteren.

Die Endwuchshöhen der 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten werden in Abbildung 13 und ihre Mittelwerte in den Jahren sowie für die Standorte in Tabelle 9 gezeigt. Die Wuchshöhen der Sorten ändern sich in der I. - III. Saatzeit nur geringfügig, dabei weist die II. die höchsten Werte mit 212 cm im Mittel aller Sorten auf. Die Wuchshöhen der I. und III. Saatzeit betragen 201 und 207 cm. Der starke Abfall nach dem letzten Aussaattermin wird durch das Zusammenwirken von niedrigen Temperaturen und Kurztag bewirkt. Dabei wurde wie im Gewächshaus die Entwicklung infolge kürzerer Tage weniger gehemmt als die Wuchshöhe (vgl. Abb. 8 mit Abb. 13), wobei die gegenläufige Temperaturwirkung die photoperiodische Wirkung im Feld etwas überdeckte. Diese etwas unterschiedliche Reaktion dürfte auch durch eine etwas stärkere Lichtintensität unter Freilandbedingungen zu erklären sein. Ein Vergleich der beiden Standorte zeigt jedoch ebenfalls, daß unter den kühleren Verhältnissen des Standortes Rauischholzhausen infolge einer Verlängerung der Entwicklungszeit größere Wuchshöhen als in Groß-Gerau gemessen wurden. Die Wuchsgeschwindigkeiten waren auf beiden Standorten gleich (Tab. 9).

Unter Freilandbedingungen sind im Gegensatz zum Gewächshaus die Differenzierungen durch die Tageslängen und Temperaturen zwischen den Saatzeiten weniger deutlich. Auch kommt hinzu, daß gegensätzliche Wirkungen wie bei der Entwicklung besprochen, zwischen Langtag auf der einen Seite und hohen Temperaturen auf der anderen, kompensierend wirken. Auch die optimale Wasserversorgung in den Gefäßversuchen bewirkt im Gegensatz zu den Feldversuchen, wo bei der III. - V. Saatzeit besonders 1969 teilweise Wassermangel herrschte, eine Veränderung der Wuchsgeschwindigkeit und Endwuchshöhe. Eine ausreichende Wasserversorgung und hohe Temperaturen in der III. und besonders in der IV. Saatzeit 1969 in Groß-Gerau bewirken nicht nur eine beschleunigte Wuchsgeschwindigkeit, sondern auch eine weit über dem Mittel liegende Wuchshöhe. In Rauischholzhausen, wo infolge eines späteren Aufgangs kühlere Temperaturen und kürzere Tage vorherrschten, trat eine Verminderung des Wachstums ein (Abb. 13).

Abb. 13 Saatzeit / Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten
Endwuchshöhe (cm)



Zwischen den Sorten zeigten sich starke Differenzen (Tab. 9 und Abb. 13). "Admiral" erreicht durch die geringste Wuchsgeschwindigkeit und schnellste Entwicklung im Mittel der Saatzeiten nur eine geringe Wuchshöhe von 117 cm. "Commander" kann durch die überlegene Wuchsgeschwindigkeit eine größere Höhe erlangen. Die höchsten Bestände erzielen die "späten" Sorten "Kiswardai", "Giganta", "FW 436/59" und "Kort Russ". "Kort Russ" erreicht trotz geringerer Wuchsgeschwindigkeit infolge stark verlängerter Vegetationszeit 1969 eine Höhe von 238 cm. Die mittelfrühen bis mittelspäten Sorten haben entsprechend ihrer Entwicklungszeit von Aufgang bis Blüte Abstufungen zwischen 172 cm bei "Borowski" und 187 cm bei "Vniimk". "Record" bildet eine Ausnahme; sie zeigte in ihrer Reife-Gruppe mit 176 cm eine relativ geringe Endwuchshöhe.

Wechselwirkungen zwischen den Sorten, Saatzeiten, Standorten und Jahren sind der Tabelle 8 und Abbildung 13 zu entnehmen. Die späten Sorten "Kiswardai", "Giganta", "FW 436/59" sowie "Kort Russ" zeigen eine deutlichere Reaktion auf die Saatzeitverschiebungen. Sie weisen das größte Längenwachstum in der II. Saatzeit auf. Dies ist auf das Zusammenwirken von höheren Temperaturen und Langtag zurückzuführen. Dabei stehen die Ergebnisse im gewissen Gegensatz zu denen des klimatisierten Gewächshauses (Abb. 8). Hier zeigten die Sorten "Kiswardai" und "FW 436/59" unter Langtagverhältnissen ebenfalls ein stärkeres Wachstum als unter kurzen Photoperioden, jedoch bewirkten kühlere Temperaturen infolge einer stark verzögerten Entwicklung höhere Wuchshöhen. In den Gewächshausversuchen wurden die Wuchshöhen der Sorten "Hesa", "Borowski", "Commander" und "Admiral" durch die Tageslängen verändert, der Temperatureinfluß nahm jedoch von "Hesa", wo eine geringe Wirkung gefunden wurde, bis "Admiral", wo keine mehr festzustellen war, ab (vergleiche auch Abb. 8). Unter Freilandbedingungen (Abb. 13) zeigen sich in den Endwuchshöhen von "Admiral" weder Temperatur- noch Tageslängeneinflüsse. Ähnlich ist es bei der kanadischen Sorte "Commander" und der polnischen Sorte "Borowski". Bei den übrigen Sorten deutet sich eine geringe Temperaturwirkung an, indem bei hohen Temperaturen größere Wuchshöhen erzielt werden.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit denen in Chimoio (Tab. 9) zeigt die deutliche Wechselwirkung zwischen den einzelnen Faktoren. Die Wuchshöhen verringerten sich unter den kürzeren Tageslängen und erhöhten Temperaturen stark, ähnlich wie in den Gewächshausversuchen. Dabei dürfte die geringere Wuchshöhe der II. Saatzeit, in der um eine Stunde verkürzte Photoperioden gegenüber der I. vorherrschten, auch auf eine Trockenperiode im Februar zurückzuführen sein. Diese Trockenheit fiel in der II. Saatzeit in die Phase des stärksten Wachstums.

Ein dem allgemeinen Trend gegenläufiges Verhalten weisen die rumänische Sorte "Record" und die Giessener Sorte "Giganta" auf, indem in der II. Saatzeit die Endwuchshöhe zunimmt. Dies deutet auf eine gewisse Trockenresistenz dieser Sorten hin. Das geringste Wachstum hatten die Sorten "Borowski" mit 91 cm bzw. 88 cm und "Sobrid" sowie "von Boguslawski's frühe" mit 109 cm bzw. 101 cm. Es läßt sich diese starke Abnahme gegenüber dem Verhalten unter mitteleuropäischen Bedingungen mit einem stärkeren photoperiodischen Einfluß auf die Wuchshöhe, wie sie auch in den klimatisch kontrollierten Versuchen zutage trat, erklären. Ähnliches zeigt sich auch bei "Kiswardai" und "Giganta". Annähernd die gleiche Wuchshöhe wie unter deutschen Verhältnissen war bei "Admiral" und "Kort Russ" zu verzeichnen. Dies wird wahrscheinlich durch veränderte Wechselwirkungen zwischen Temperatur und Kurztag bzw. bei "Admiral" durch eine gewisse Tagneutralität verursacht.

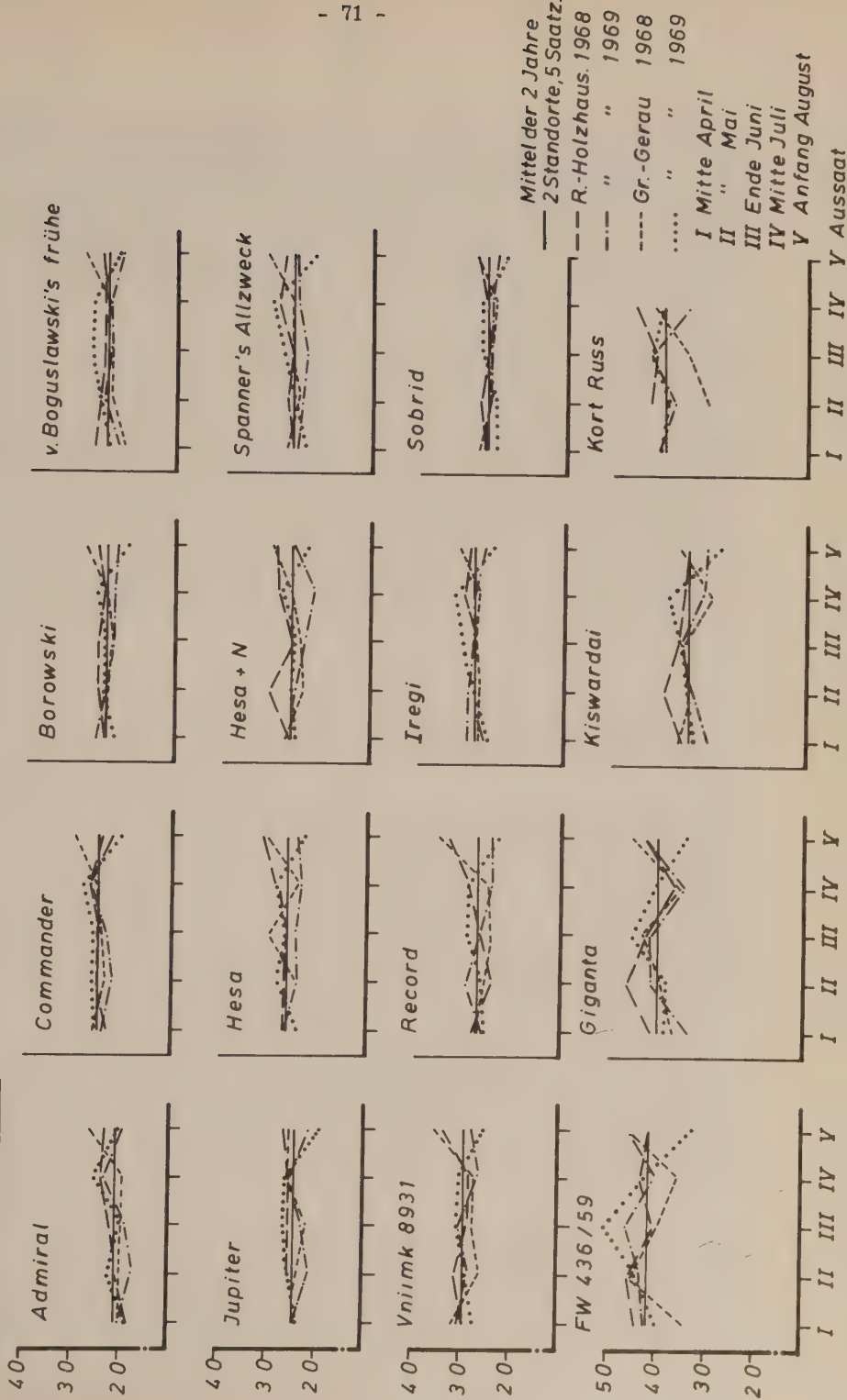
Die Stickstoffsteigerung bei der Sorte "Hesa" bewirkte in Chimoio im Gegensatz zu den mitteleuropäischen Versuchen eine deutliche Abnahme der Wuchshöhe in beiden Saatzeiten. Dies ist nur durch eine depressive Wirkung des Stickstoffs unter den dortigen Verhältnissen zu erklären.

Nicht allein die Wuchshöhe ist für den Ertrag zur Futtergewinnung entscheidend, sondern auch die Blattzahl und Blattentwicklung. Auch auf die Qualität des Futters haben diese beiden Faktoren einen Einfluß.

Es wurden zum Abschluß der Vegetation die Blätter von 12 - 15 Pflanzen jeder Variante gezählt; diese Werte sind in Abbildung 14 zusammengestellt. Unter Freilandbedingungen zeigt sich eine nur geringe Un-

Abb. 14 Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Blätterzahl Blattzahl



terschiedlichkeit. Im Mittel der Sorten steigt die Blattzahl von 28,0 in der I. Saatzeit auf nur annähernd 29 in den übrigen. Größere Abweichungen von den Mittelwerten weisen die späten Sorten "Kiswardai", "FW 436/59", "Giganta" und "Kort Russ" auf. Bei diesen Sorten wird die größte Blattzahl in der III. Saatzeit, bei höheren Temperaturen, beobachtet.

Es ergab sich in den Gewächshausversuchen eine Abhängigkeit der Blattzahl sowohl von der mittleren Tagestemperatur als auch der Vegetationsdauer bis zum D-Stadium. Unter Freilandbedingungen ist diese Reaktion sehr viel geringer. Auch ist hier keine Abhängigkeit zwischen der Wuchshöhe zum D-Stadium und der Blattzahl festzustellen. Auch ROLLIER (1966) fand in Freilandversuchen keine eindeutige Änderung der Blattzahl.

Die Ergebnisse in Abbildung 14 deuten auf eine stärkere genetische Fixierung der Blattzahl hin.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in den Feldversuchen, im Gegensatz zu den Versuchen unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen bei der überwiegenden Zahl der Sorten keine eindeutig unterschiedliche Reaktion bis zum D-Stadium zu verzeichnen ist. In der Phase "D" bis Blühbeginn zeigt sich jedoch bei den "späten" Sorten "Kiswardai", "FW 436/59", "Kort Russ" und "Giganta" eine stärkere Kurztagreaktion. Bei "Kiswardai" ist sie am deutlichsten, so daß sie unter den Kurztagbedingungen der V. Saatzeit mit der mittelfrühen Sorte "Hesa" zugleich blüht. Sie erreicht dieses Stadium unter den noch kürzeren Tagen des Standortes Chimoio sogar schon mit der frühen Sorte "Admiral". Bei den übrigen Sorten ist dagegen durch die Saatzeitverschiebung keine eindeutige photoperiodische Reaktion festzustellen, da bei den quantitativ weniger stark reagierenden Sorten eine kompensierende Wirkung zwischen Tageslänge und Temperatur eintritt. Dies täuscht eine Tagneutralität vor.

Die Wuchshöhen zeigen unter Freilandbedingungen eine stärkere Abhängigkeit von den Temperaturen. Nur eine schwache photoperiodische Reaktion ist durch kürzere Tage in Verbindung mit den niedrigen Temperaturen

zu verzeichnen. Dies verursacht eine Verminderung der Wuchshöhen in der V. Saatzeit. Der Standort Chimoio weist durch die kürzeren Tage, die mit hohen Temperaturen gekoppelt sind, eine Verkürzung der Wuchshöhe gegenüber den mitteleuropäischen Standorten auf. Nur bei den Sorten "Admiral" und "Kort Russ" ist keine Wuchshöhenänderung ersichtlich. Dies zeigt starke Unterschiede zwischen den Sorten in der Reaktion, nicht nur auf Photoperiode und Temperaturveränderungen, sondern auch in bezug auf die Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Faktoren.

Es zeigt sich demzufolge, daß für eine exakte Prüfung der Reaktion auf die Tageslänge und Temperatur der einzelnen Sonnenblumensorten Versuche unter klimatisch kontrollierten Bedingungen nötig sind. Durch die vielseitigen Wechselwirkungen können die Saatzeit- und Standortversuche nur Aufschluß über die Anpassung der Sorten an gewisse Umweltbedingungen geben, jedoch nicht exakt den Reaktionstyp charakterisieren.

3. Futterleistungen in Abhängigkeit der Jahre, Standorte, Saatzeiten, Sorten und Schnittzeiten

Zur Prüfung der Auswirkungen der unterschiedlichen Reaktionen auf die Leistungsfähigkeit wurden 4 der unterschiedlichsten Sonnenblumensorten in Feldversuchen mit vier Wiederholungen angebaut. Die Trockenmasse - Erträge dieser Prüfungen wurden im ersten Jahr als vierfaktorieller Versuch mit Hilfe der Varianzanalyse verrechnet. Die Faktoren waren zwei Schnittzeiten (A = bei Blühbeginn, B = bei voller Blüte), zwei Standorte (Rauischholzhausen u. Groß-Gerau), vier Saatzeiten (I. - IV.) und fünf Varianten (Admiral, Hesa, Vniimk 8931, FW 436/59 und eine N-Steigerung bei der Sorte Hesa). Im zweiten Versuchsjahr wurde die B-Schnittzeit nicht mehr geprüft, so konnte über die zwei Jahre nur als vierfaktorieller Versuch (2 Jahre, 2 Standorte, 4 Saatzeiten und 5 Sorten) verrechnet werden. Die V. Saatzeit wurde getrennt verrechnet, da bei dieser Variante die Sorten, mit Ausnahme einiger 1969 in Groß-Gerau, den Blühbeginn nicht mehr erreichten und somit nicht voll vergleichbar sind.

Tabelle 10

Futterleistungsprüfungen bei Blühbeginn mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten in 4 Saatzeiten auf den Standorten Rauischholzhausen und Groß-Gerau in den Jahren 1968 und 1969.

F- und t-Test der Trockenmasseerträge

Streuungsursache	F-Test		t-Test	
			GD _{5%}	GD _{0,1%}
Jahre	234,66	++	1,59	2,68
Standorte	90,05	++	1,59	2,68
Saatzeiten	334,43	++	2,25	3,78
Sorten	426,71	++	2,52	4,23
Jahre/Standorte	10,47	++	2,25	3,78
Jahre/Saatzeiten	81,63	++	3,19	5,35
Jahre/Sorten	61,79	++	3,56	5,98
Standorte/Saatzeiten	53,66	++	3,19	5,35
Standorte/Sorten	2,83	+	3,56	5,98
Saatzeiten/Sorten	57,14	++	5,04	8,46
Jahre/Standorte/Saatzeiten	4,32	++	4,51	7,57
Jahre/Standorte/Sorten	4,35	++	5,04	8,46
Jahre/Saatzeiten/Sorten	9,06	++	7,13	11,96
Standorte/Saatzeiten/Sorten	3,99	++	7,13	11,96
Jahre/Standorte/Saatz. /Sorten	1,74		10,08	16,92

statistisch gesichert bei

+ = P 5%

++ = P 1,0%

In Tabelle 10 wurden die Ergebnisse des F-Testes für die Trockenmasseerträge der Futterleistungen bei Blühbeginn mitgeteilt. Daraus ergibt sich, daß die vier Hauptfaktoren jeweils beträchtliche Ertragsunterschiede bewirkten. Die Sorten verursachten die größten Differenzen, dagegen hatten die Standorte eine deutlich geringere Wirkung. Die stärksten Wechselwirkungen wurden zwischen den Jahren und Saatzeiten gefunden. Auch zwischen den Jahren und Sorten, Saatzeiten und Sorten, sowie Saatzeiten und

Standorten waren sie hoch signifikant. Zwischen den Sorten und Standorten bestanden nur schwach gesicherte Wechselwirkungen. Dies bedeutet, daß die Sorten zwischen den Standorten keine ausgeprägten Ertragsunterschiede zeigten. Auch alle dreifachen Wechselwirkungen waren gut gesichert; d. h. die Saatzeitunterschiede auf den beiden Standorten waren in beiden Jahren verschieden, wie auch die unterschiedlichen Sortenleistungen in den Saatzeiten und auf den beiden Standorten mit den Jahren wechselten.

Die Trockenmasseerträge der Futterleistungsprüfung sind in Tabelle 11 wiedergegeben. Nach Aussaat Mitte Mai zeigen sich im Mittel der Standorte, Jahre und Sorten mit 92,6 dz/ha Trockenmasse gutgesicherte Höchstserträge. Dies wird durch das erhöhte Wachstum und einer weniger stark beschleunigten Entwicklung unter Langtagverhältnissen und relativ hohen Temperaturen bedingt, die auch die Wuchshöhen fördern (siehe Abb. 12). Die geringeren Trockenmasse-Erträge von 83,0 dz/ha in der I. Saatzeit dürften vorwiegend auf die niedrigeren Temperaturen während der Entwicklungsphase bis Blühbeginn zurückzuführen sein. Die Abnahme der Erträge in der III. Saatzeit auf 73,9 dz/ha und besonders der IV. auf 57,7 dz/ha wird durch eine stärkere Beschleunigung der Entwicklung gegenüber dem Wachstum (vgl. auch Tab. 6) bewirkt; obwohl im Mittel der Standorte, Jahre und Sorten die mittlere Tagestemperatur (Tabelle hier nicht wiedergegeben) in der III. Saatzeit mit $17,4^{\circ}\text{C}$ für die Phase Aufgang bis Ernte bei Blühbeginn am höchsten liegt. In der II. und IV. Saatzeit sind die mittleren Temperaturen mit $16,4^{\circ}\text{C}$ annähernd gleich. Die Tageslängen nehmen in der IV. Saatzeit ab, und in der V. sind sowohl die Temperaturen mit $13,0^{\circ}\text{C}$ am niedrigsten, als auch die Tage am kürzesten (siehe auch Abb. 1). Dadurch erklären sich die geringen Ertragsleistungen im Mittel von 31,2 dz/ha in dieser Saatzeit.

Der Standort Rauischholzhausen weist eine gut gesicherte Überlegenheit in den Trockenmasse-Erträgen gegenüber Groß-Gerau auf. Im Mittel der Jahre, Saatzeiten und Sorten wurden in Rauischholzhausen 80,6 dz/ha, dagegen in Groß-Gerau 72,9 dz/ha geerntet. In Groß-Gerau wird durch die höheren Temperaturen die Entwicklung etwas beschleunigt (siehe Tab. 6), das Wachstum ist dagegen durch eine etwas ungünstigere Wasser-

Tabelle 11
Futterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im
Saatzeitversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969
Trockenmasse-Erträge (dz/ha)

Saatzeiten Jahre	Rauschholzhausen				Groß-Gerau				Rauschholzhausen und Groß-Gerau									
	Admi- ral	Hesa + N	Hesa Vnlimk 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa + N	Hesa Vnlimk 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa + N	Hesa Vnlimk 8931	FW 436/59	M			
I Mitte April 1968	59,0	73,8	80,3	89,1	110,6	82,6	45,0	70,8	76,8	76,1	88,8	71,5	52,0	72,3	78,6	82,6	99,7	77,0
II Mitte Mai 1968	76,5	102,9	110,3	129,2	131,8	110,1	49,1	73,4	68,6	98,1	119,2	81,7	62,8	88,2	89,5	113,7	125,5	95,9
III Ende Juni 1968	46,5	65,6	63,3	65,5	75,6	63,3	49,5	69,2	74,0	75,4	74,9	68,6	48,0	67,4	68,7	70,5	75,3	66,0
IV Mitte Juli 1968	41,5	56,5	51,6	45,5	38,7	46,8	24,1	47,8	58,1	33,2	35,0	39,6	32,8	52,2	54,9	39,4	36,9	43,2
I 1969	55,9	74,7	76,4	82,3	89,2	75,7	41,9	65,3	69,4	70,7	79,5	65,4	48,9	70,0	72,9	76,5	84,4	70,5
II 1969	53,5	75,3	81,3	113,2	151,9	95,0	51,8	75,8	72,6	89,3	123,5	82,6	52,7	75,6	77,0	101,3	137,7	88,8
III 1969	58,9	82,5	81,5	93,8	169,8	97,3	49,4	68,2	64,4	77,7	146,8	81,3	54,2	75,4	73,0	85,8	158,3	89,3
IV 1969	43,9	66,9	66,2	94,2	124,1	79,1	56,3	74,9	77,5	103,4	109,2	84,3	50,1	70,9	71,9	98,8	116,7	81,7
1969	54,5	79,8	79,5	68,7	70,6	70,6	55,2	78,2	79,5	81,8	73,0	73,5	54,9	79,0	79,5	75,3	71,8	72,1
1969	52,7	76,1	77,1	92,5	129,1	85,5	53,2	74,3	73,5	88,1	113,1	80,4	53,0	75,2	75,3	90,3	121,1	83,0
1968-69	54,3	75,4	76,8	87,4	109,2	80,6	47,6	69,8	71,5	79,4	96,3	72,9	51,0	72,6	74,1	83,4	102,8	76,8
I 1969	56,3	74,6	80,8	101,2	131,3	88,8	48,4	73,3	74,7	82,7	106,2	77,1	52,4	74,0	77,8	92,0	118,7	83,0
II 1969	67,7	92,7	95,9	111,5	150,8	103,7	49,3	70,8	66,5	87,9	133,0	81,5	58,5	81,8	81,2	99,7	141,9	92,6
III 1969	45,2	66,3	64,8	79,9	99,9	71,2	52,9	72,1	75,8	89,4	92,1	76,5	49,1	69,2	70,3	84,7	96,0	73,9
IV 1969	48,0	68,2	65,6	57,2	54,7	58,7	39,7	63,0	68,8	57,5	54,0	56,6	43,9	65,6	67,2	57,4	54,4	57,7
1968 V Anfang August 1969 V	23,8	30,2	29,6	35,3	24,6	28,7	28,4	33,7	36,0	35,8	27,2	32,2	26,1	32,0	32,8	35,6	25,9	30,5
1969 V	35,7	44,3	41,1	40,1	32,3	38,7	22,1	25,1	26,6	30,9	20,8	25,1	28,9	34,7	33,9	35,5	26,6	31,9
M V	29,8	37,3	35,4	37,7	28,5	33,7	25,3	29,4	31,3	33,4	24,0	28,7	27,5	33,4	33,4	35,6	26,3	31,2

bzw. Nährstoffversorgung etwas gehemmt. Zwischen den Jahren sind, vorwiegend durch die Temperaturen verursacht, deutliche Ertragsunterschiede zu verzeichnen. Das wärmere Jahr 1969 weist mit 83,0 dz/ha eine gut gesicherte Überlegenheit gegenüber 1968 mit 70,5 dz/ha auf.

Die Sorten zeigen sehr unterschiedliche Ertragsfähigkeiten, wie schon aus der F-Tabelle hervorging. Im Mittel der 4 Saatzeiten, Jahre und Standorte hatte die frühe kanadische Sorte "Admiral" den geringsten Ertrag von 51,0 dz/ha. Es folgten die deutsche Sorte "Hesa" mit 72,6 dz/ha und die russische Sorte "Vniimk 8931" mit 83,4 dz/ha. Der "späte" Giessener Zuchtstamm "FW 436/59" brachte mit 102,8 dz/ha die höchsten Erträge. Daraus geht hervor, daß der Ertrag der Sorten mit entsprechender Entwicklungszeit zunimmt. Bei "Hesa" konnte durch die Stickstoff-Steigerung von 60 kg/ha N nur ein geringer, statistisch nicht gesicherter Mehrertrag von 1,5 dz/ha erzielt werden.

Die deutlichsten Wechselwirkungen sind zwischen den Saatzeiten und Jahren gegeben, wie der Tabelle 10 zu entnehmen ist. Die Erträge zeigen zwischen den Jahren zwar die gleichen Tendenzen in den Saatzeiten (siehe Tab. 11), 1968 treten aber größere Differenzierungen als 1969 auf, wie auch aus den Abbildungen 15 und 16 zu ersehen ist. Obwohl die Erträge 1968 geringer waren, weist in diesem Jahr die II. Saatzeit im Mittel der Standorte und Sorten mit 95,9 dz/ha den höchsten Ertrag auf. 1969 waren die Erträge wesentlich ausgeglichener, so daß sich zwischen der April- und Mai-Aussaat kein gesicherter Ertragsunterschied ergab und der Abfall zur Juni- und Juli-Aussaat geringer war. Diese Wechselwirkungen sind auf die Temperaturunterschiede zurückzuführen. Das Frühjahr 1968 war etwas wärmer als 1969, während zwischen der I. und II. Aussaat 1969 bis zum B₁-Stadium kaum Unterschiede in der Temperatur bestanden, stiegen ab Juni die Temperaturen des zweiten Versuchsjahres weit über diejenige des Vorjahres. Auch zwischen den Saatzeiten und Standorten sind starke Wechselwirkungen zu verzeichnen. Dies zeigt sich, indem in Groß-Gerau in der III. Saatzeit höhere Erträge, mit 76,5 dz/ha im Mittel der Jahre und Sorten, gegenüber Rauischholzhausen mit 71,2 dz/ha auftraten. Die höheren Sommertemperaturen von

Abb. 15 Futterleistungsprüfungen im Saatzeit/Schnittzeit/Sortenversuch auf den Standorten R.-Holzhausen und Gr.-Gerau 1968

Gesamt-, Stengel-, Blatt-, Korberträge (dz/ha TM) und Stengel:Blatt-Korverhältnis bei Blühbeginn

I Mitte April IV Mitte Juli
II " Mai V Anfang August
III Ende Juni

Knospen
Blatt
Stengel } Erträge
Knospen
Blatt
Stengel } Verhältnis

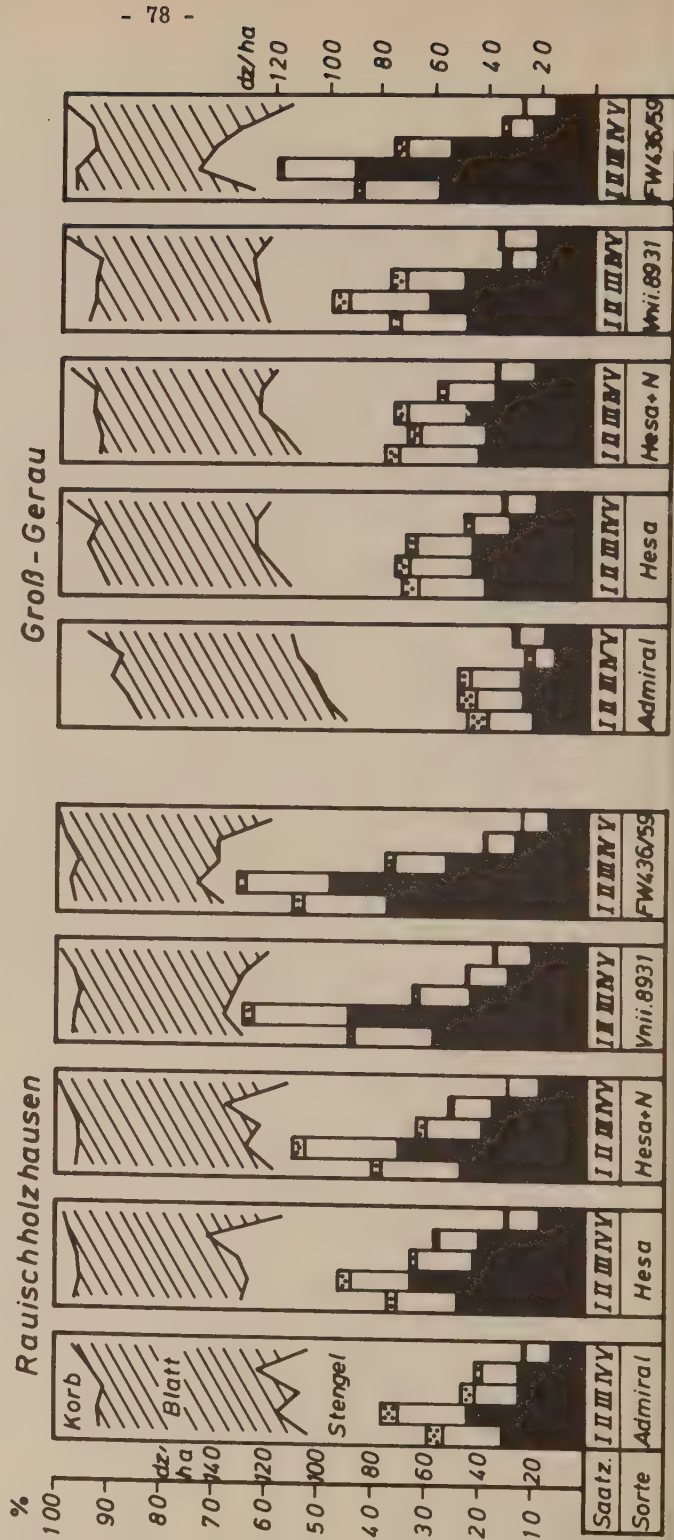
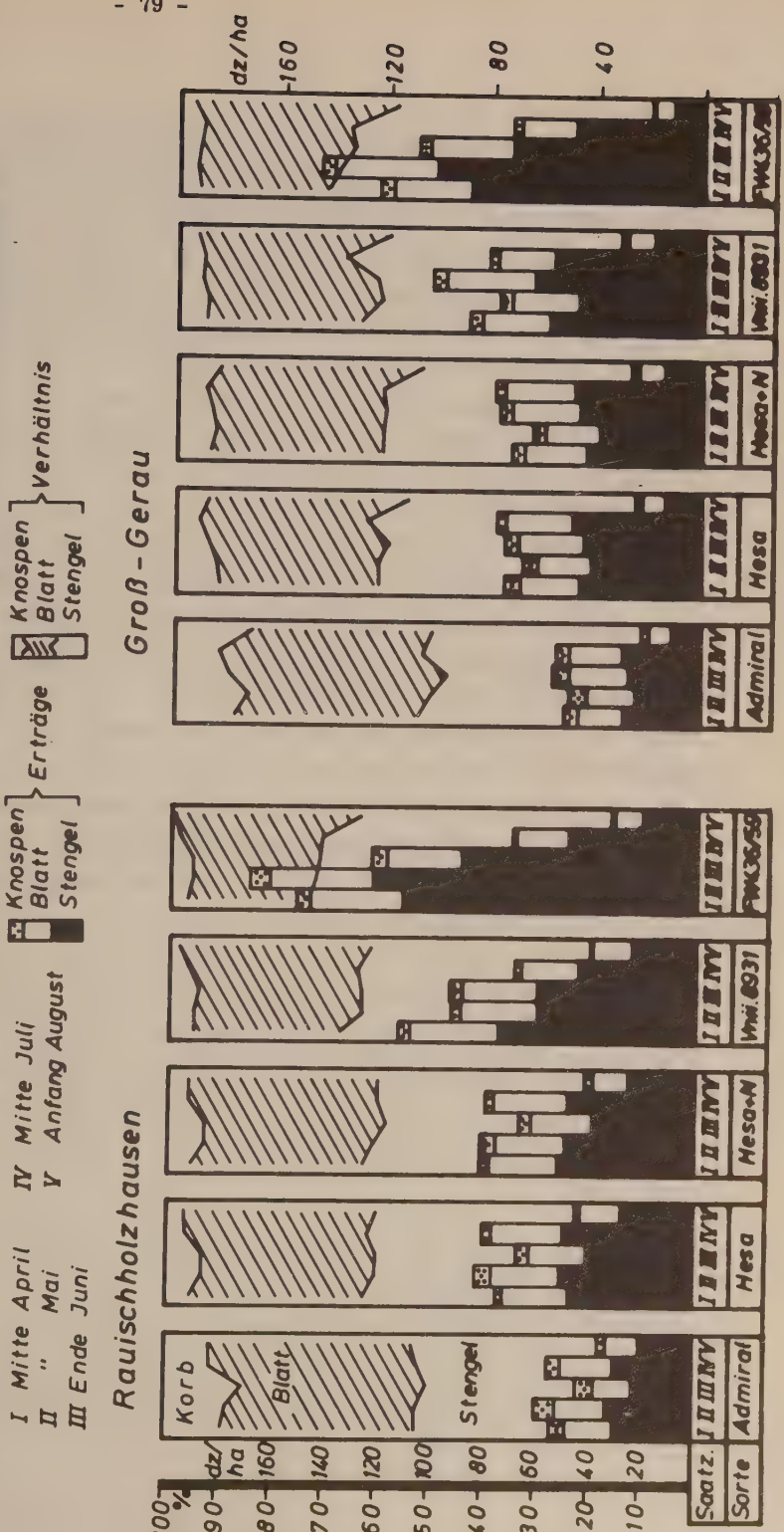


Abb.16 Futterleistungsprüfung im Saatzeit-/Sortenversuch auf den Standorten
R.-Holzhausen und Gr.-Gerau 1969

Gesamt-, Stengel-, Blatt-, Korb-erträge (dz/haTM) u. Stengel: Blatt: Korbverhältnis bei Blühbeginn



Groß-Gerau beschleunigten das Wachstum gegenüber Rauischholzhausen, während die Entwicklung weniger beeinflusst wurde, wie oben schon dargestellt. Dadurch erklärt sich auch die dreifache Wechselwirkung zwischen den Saatzeiten, Standorten und Jahren, indem Groß-Gerau 1969 auch in der Juli-Aussaat höhere Erträge aufwies als Rauischholzhausen. Die geringeren Erträge der Mai- und August-Aussaat in Groß-Gerau 1969 lassen sich auf die ungünstigen Niederschlagsverhältnisse und dadurch bedingte Nährstoffauswaschung in der Jugendphase zurückführen, wie sie schon bei der Entwicklung der 16 Sonnenblumenvarianten gezeigt wurde.

Deutliche Wechselwirkungen waren ebenfalls zwischen den Sorten und Jahren festzustellen, indem der höhere Ertrag im Jahre 1969 bei der frühesten Sorte "Admiral" geringfügig gegenüber 1968 zunahm, mit der Verlängerung der Vegetationszeit der Sorten sich jedoch stark steigerte. So wurde bei "Admiral" eine Ertragszunahme von 4,1 dz/ha verzeichnet, bei "FW 436/59" dagegen eine von 36,7 dz/ha. Auch zwischen den Saatzeiten und Sorten bestehen gut gesicherte Wechselwirkungen. Durch die spätere Aussaat, wie aus der Tabelle 11 und Abbildungen 15 und 16 zu ersehen ist, wird die starke Überlegenheit der "mittelspäten" und "späten" Sorten vermindert, so daß in der IV. Saatzeit die mittelfrühe Sorte "Hesa" bzw. "Hesa + N" mit 65,6 bzw. 67,2 dz/ha im Mittel der Standorte und Jahre die höchsten Erträge aufweist. In der V. Saatzeit wird diese Sorte wiederum von "Vniimk 8931" übertroffen, deren Wuchshöhe auch unter kontrollierten Wachstumsbedingungen unter Kurztag und niedrigen Temperaturen nicht wie bei den übrigen Sorten abnahm (siehe Abb. 8). Die Sorten "Vniimk 8931" und auch noch "Hesa" weisen so die beste Spätsaatverträglichkeit auf. SCHUSTER (1970) fand bei "Spanner's Allzweck", die hier nicht geprüft wurde, hohe Futterleistungen im Stopfelfruchtbau.

Zwischen den Sorten und Standorten zeigt die Tabelle 10 gesicherte Wechselwirkungen. Aus der Tabelle 11 geht die gut gesicherte Überlegenheit der Sorten "FW 436/59" und "Admiral" in Rauischholzhausen mit jeweils 109,2 dz/ha und 54,3 dz/ha gegenüber Groß-Gerau mit 96,3 dz/ha und 47,6 dz/ha hervor. Dies deutet auf eine bessere Wasserausnutzung die-

ser Sorten unter den feuchteren Bedingungen des Standortes Rauischholzhausen hin. Wechselwirkungen zwischen den Saatzeiten, Standorten und Sorten zeigen sich indem "Admiral" und "Vniimk" in Groß-Gerau mit 52,9 dz/ha und 89,4 dz/ha im Mittel der Jahre ihre höchsten Erträge in der III. Saatzeit bringen, während in Rauischholzhausen in dieser Saatzeit mit jeweils 45,2 und 79,9 dz/ha schon ein Abfall des Ertrages zu verzeichnen ist.

Die starken Differenzierungen der Varianten und Faktoren werden in den Abbildungen 15 und 16 deutlich. Es zeigte sich hier die sehr gut gesicherte Ertragsüberlegenheit des Zuchtstammes "FW 436/59" in der I. und insbesondere der II. Saatzeit. Nur in Rauischholzhausen 1968 zeigt "Vniimk" in der Mai-Aussaat keine gesicherte Unterlegenheit. Die Abnahme in den späteren Saatzeiten bei "FW 436/59" bis auf niedrigste Werte in der V. Saatzeit sind auf die starke Kurztagreaktion zurückzuführen (siehe Tab. 6).

Die Ertragsabnahme (Abb. 15) in der IV. Saatzeit 1968 in Groß-Gerau wurde durch die ungünstigen Witterungsverhältnisse während der Jugendphase verursacht. Durch die N-Steigerung bei der Sorte "Hesa" konnte dies etwas kompensiert werden.

In der Abbildung 16 wird die Wirkung der Trockenheit in Rauischholzhausen 1969 in der Juni-Saat sehr deutlich. Lediglich bei den Sorten "Vniimk" und "FW 436/59" kam diese nicht zur Auswirkung, da diese beiden Sorten infolge einer verlängerten Vegetationszeit die August-Niederschläge noch nutzen konnten.

1968 wurden in den Saatzeiten I bis IV die Trockenmasseleistungen bei unterschiedlicher Schnittzeit untersucht. Dabei trat im F-Test (Tab. 12) ein stärkerer Einfluß der Schnittzeit gegenüber den Sorten und Standorten zutage. Die deutlichste Wirkung wurde durch die Saatzeiten erzielt. Dies spiegelt sich auch in allen Wechselwirkungen und Saatzeiten wieder. Dagegen bestehen keine gesicherten Wechselwirkungen zwischen den Standorten und Schnittzeiten, Standorten und Saatzeiten sowie Standorten, Schnittzeiten und Sorten. Auch die vierfachen Wechselwirkungen sind

Tabelle 12

Futterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten in 4 Saatzeiten und 2 Schnittzeiten auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau 1968

F- und t-Test der Trockenmasseerträge

Streuungsursache	F-Test		t-Test	
			GD _{5%}	GD _{0,1%}
Standorte	83,54	++	1,96	3,29
Saatzeiten	728,49	++	2,77	4,65
Schnittzeiten	210,29	++	1,96	3,29
Sorten	176,28	++	3,10	5,20
Standorte/Saatzeiten	40,41	++	3,92	6,58
Standorte/Schnittzeiten	1,45		2,77	4,65
Standorte/Sorten	1,69		4,38	7,36
Saatzeiten/Schnittzeiten	41,15	++	3,92	6,58
Saatzeiten/Sorten	31,47	++	6,20	10,41
Schnittzeiten/Sorten	4,86	++	4,38	7,36
Standorte/Saatzeiten/Schnittzeiten	5,27	++	5,54	9,31
Standorte/Saatzeiten/Sorten	2,89	++	8,77	14,72
Standorte/Schnittzeiten/Sorten	1,41		6,20	10,41
Saatzeiten/Schnittzeiten/Sorten	4,90	++	8,77	14,72
Standorte/Saatz./Schnittz./Sorten	1,62		12,40	20,81

statistisch gesichert bei

+ = P 5,0%

++ = P 1,0%

wiederum nicht gesichert.

In der Tabelle 13 und den Abbildungen 15 und 17 sind die Trockenmasse-Erträge des Jahres 1968 wiedergegeben. Es zeigt sich eine sehr gut gesicherte Zunahme der Erträge von 70,5 dz/ha in der Schnittzeit zu Blühbeginn auf 85,0 dz/ha in der zur vollen Blüte, wie auch von SCHUSTER (1956) beschrieben. Dabei wurde in der April-Saatzeit der größte Ertragszuwachs von 30,4 dz/ha im Mittel der Standorte und Sorten verzeichnet

Tabelle 13

Fütterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten
im Saatzeit/Schnittzeitversuch auf den Standorten
Raischolzhausen und Groß-Gerau 1968
Trockenmasse-Erträge (dz/ha)

Saat- und Schnittzeiten	Raischholzhausen						Groß-Gerau						r. Raischholzhausen und Groß-Gerau					
	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniimk 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniimk 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniimk 8931	FW 436/59	M
I	59.0	73.8	80.3	89.1	110.6	82.6	45.0	70.8	76.8	76.1	88.8	71.5	52.0	72.3	78.6	82.6	99.7	77.0
II	76.5	102.9	110.3	129.2	131.8	110.1	49.1	73.4	68.6	98.1	119.2	81.7	62.8	88.2	89.5	113.7	125.5	95.9
III	46.5	65.6	63.3	65.5	75.6	63.3	49.5	69.2	74.0	75.4	74.9	68.6	48.0	67.4	68.7	70.5	75.3	66.0
IV	41.5	56.5	51.6	45.5	38.7	46.8	24.1	47.8	58.1	33.2	35.0	39.6	32.8	52.2	54.9	39.4	36.9	43.2
A	55.9	74.7	76.4	82.3	89.2	75.7	41.9	65.3	69.4	70.7	79.5	65.4	48.9	70.0	72.9	76.5	84.4	70.5
M A	74.4	108.8	108.5	155.8	140.8	117.6	65.1	87.8	84.6	116.7	131.2	97.1	69.8	98.2	96.6	136.3	136.0	107.4
I	86.4	119.4	115.3	137.3	151.2	121.9	76.3	86.7	94.4	126.2	148.2	106.4	81.4	103.1	104.9	131.8	149.7	114.2
II	49.0	79.1	77.9	77.3	69.1	70.5	53.4	92.4	89.5	83.0	79.3	79.5	51.2	85.8	83.7	80.2	74.2	75.0
III	42.9	49.7	51.7	46.8	38.5	45.9	22.9	44.0	48.8	47.2	43.4	41.3	32.9	46.9	50.3	47.0	41.0	43.6
IV	63.2	89.3	88.4	104.3	99.9	89.0	54.4	77.7	79.3	93.3	100.5	81.0	58.8	83.5	83.9	98.8	100.2	85.0
M B	59.5	82.0	82.4	93.3	94.5	82.3	48.2	71.5	74.4	82.0	90.0	73.2	53.9	76.8	78.4	87.7	92.3	77.8
I	66.7	91.3	94.4	122.5	125.7	100.1	55.1	79.3	80.7	96.4	110.0	84.3	60.9	85.3	87.6	109.5	117.9	92.2
II	81.4	111.2	112.8	133.3	141.5	116.0	62.7	80.1	81.5	112.2	133.7	94.0	72.1	95.7	97.2	122.8	137.6	105.1
III	47.8	72.4	70.6	71.4	72.3	66.9	51.5	80.8	81.8	79.2	77.1	74.1	49.6	76.6	76.2	75.3	74.7	70.5
IV	42.2	53.1	51.6	46.2	38.6	46.3	23.5	45.9	53.5	40.2	39.2	40.4	32.9	49.6	52.6	43.2	38.9	43.4

Abb. 17 Futterleistungsprüfungen im Saatzeit / Schnittzeit / Sortenversuch auf den Standorten R.-Holzhausen und Gr.-Gerau 1968

Gesamt-, Stengel-, Blatt-, Korberträge (dz/ha TM) und Stengel: Blatt: Korberhältnis bei voller Blüte

I Mitte April
II " Mai
III Ende Juni
IV Mitte Juli

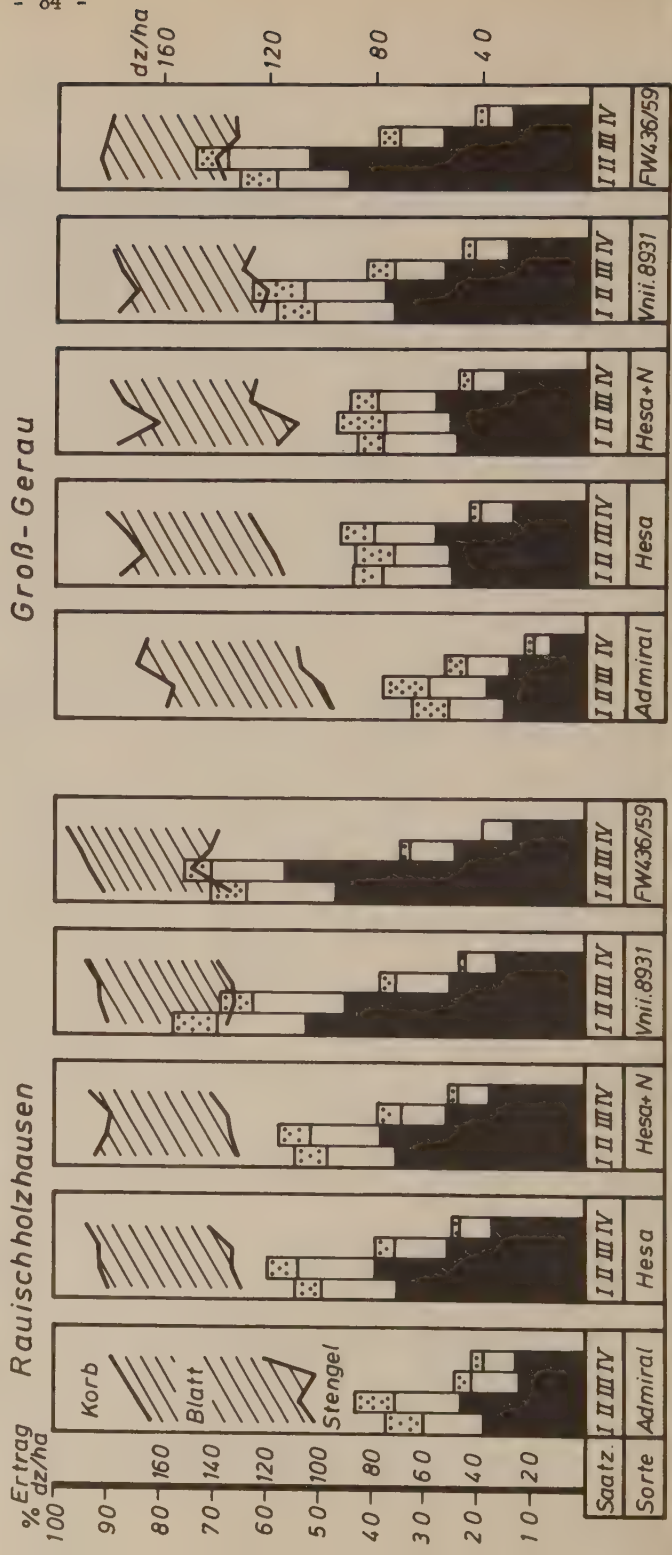
Knospen
Blatt
Stengel

Knospen
Blatt
Stengel

Verhältnis

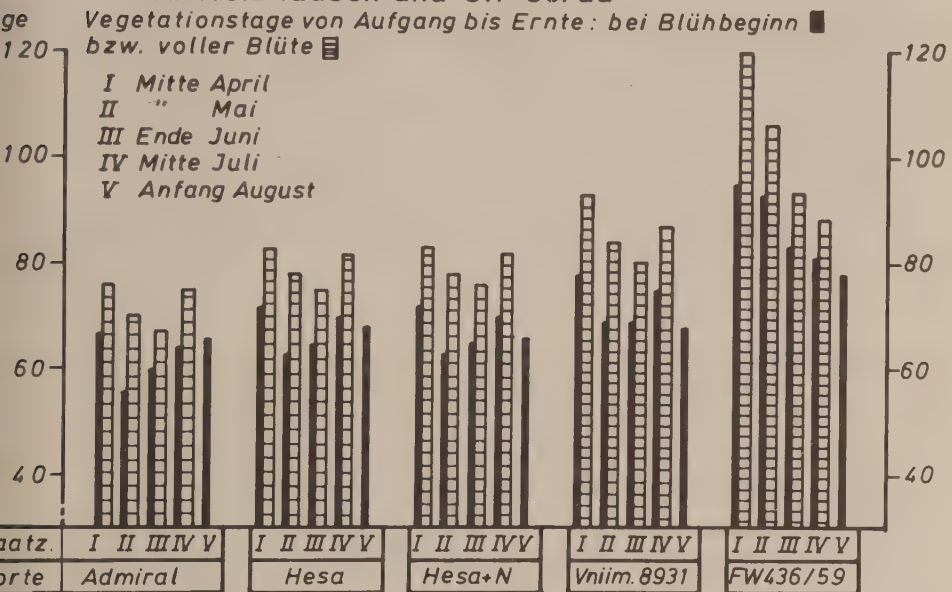
Rauischholzhausen

Groß-Gerau



(Tab. 13), während er mit der Saatzeitverzögerung abnahm. So konnte in der Juli-Aussaat kein gesicherter Mehrertrag gefunden werden. Dies wird dadurch verursacht, daß in den ersten Saatzeiten, wie auch schon bei den Wuchshöhen (Abb. 12) gezeigt, in der Zeit vom Blühbeginn bis zur Vollblüte, Langtagverhältnisse und hohe Temperaturen vorherrschen, die das Wachstum fördern. Außerdem ist die Dauer vom Aufblühen bis zur vollen Blüte im Bestand während der I. und II. Saatzeit bis zu 14 Tagen gegenüber 10 bzw. 11 Tagen in der III. bzw. IV. Saatzeit verlängert (siehe Abb. 18).

Abb. 18 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Schnittzeit /
Sortenversuch 1968 im Mittel der Standorte
R.-Holzhausen und Gr.-Gerau



Zwischen den Sorten und Schnittzeiten bestehen ebenfalls beträchtliche Wechselwirkungen. Während die russische Sorte "Vniimk" von der A- zur B-Schnittzeit im Mittel der Saatzeiten einen Trockenmasse-Zuwachs von 22,3 dz/ha hatte, betrug dieser bei "Admiral" nur 9,9 dz/ha.

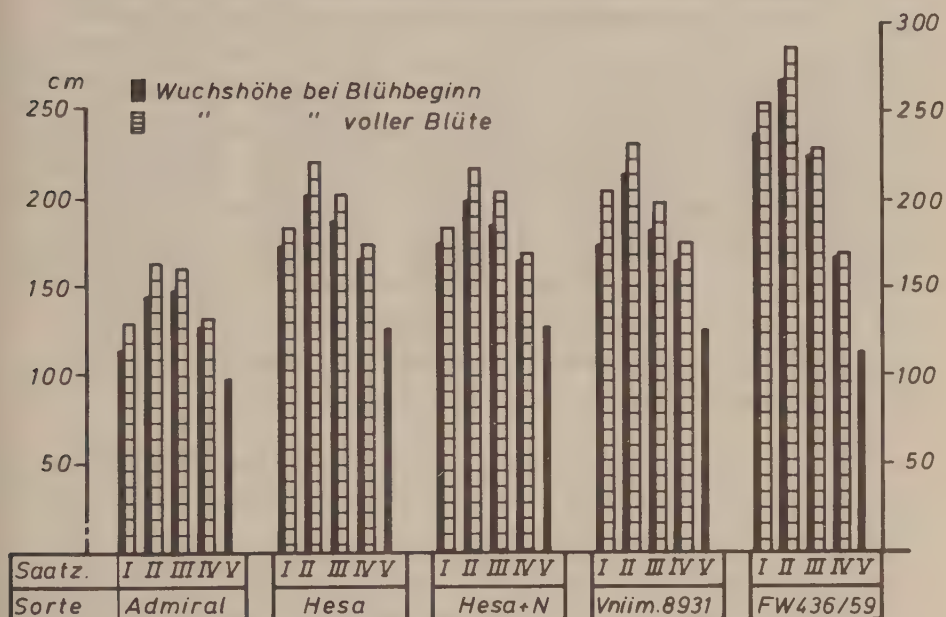
Bei "FW 436/59" erreichte er 15,8 dz/ha und bei "Hesa" 13,5 dz/ha, dagegen war er bei der N-Steigerungsvariante von "Hesa" mit 11,0 dz/ha etwas geringer. Die dreifachen Wechselwirkungen zwischen den Saatzeiten, Schnittzeiten und Sorten zeigen sich in Tabelle 13, indem bei "Admiral" in der Mai-Aussaat der höchste Ertragszuwachs zu verzeichnen ist, während die übrigen Sorten nach April-Aussaat stärker zunehmen. Dies läßt sich an Hand der Vegetationstage (Abb. 18) erklären, da "Admiral" in der II. Saatzeit eine um 5 Tage längere Vegetationszeit gegenüber der I. Saatzeit vom Blühbeginn zur vollen Blüte benötigte. Die übrigen Sorten konnten in der I. Saatzeit noch die höheren Temperaturen nach der Ernte von "Admiral" nutzen. In der IV. Saatzeit war bei "Hesa" und "Hesa + N" sogar ein Ertragsverlust von der A- zur B-Schnittzeit zu verzeichnen. In Rauischholzhausen beruhte dieser auf starker Lagerung und den damit verbundenen Blattverlusten. Die Ertragsverluste in Groß-Gerau sind bei "Hesa", "Hesa + N" sowie "Admiral" auf eine trockene Periode im September zurückzuführen, wodurch in Verbindung mit stärkeren Winden Blattabfall auftrat.

Der Zuchtstamm "FW 436/59" brachte in Rauischholzhausen und Groß-Gerau die gleichen Erträge, während die übrigen Sorten in Groß-Gerau abfielen. Das läßt sich durch eine bessere Ausnutzung der höheren Temperaturen durch "FW 436/59" erklären. "Vniimk" war in Rauischholzhausen eindeutig überlegen, was durch die sehr starke Zunahme vor allem in der ersten Saatzeit nach Blühbeginn zustande kam.

Die Trockenmasse-Erträge zeigen eine gewisse Abhängigkeit von der Wuchshöhe wie ein Vergleich von Abb. 19 mit 15 und 17 zeigt. Die Sorte mit der größten Wuchshöhe "FW 436/59" mit 237 cm in der B-Schnittzeit im Mittel der Saatzeiten und Standorte weist im entsprechenden Mittel mit 100 dz/ha auch den höchsten Ertrag auf. Der deutliche Ertragszuwachs bei "Vniimk" von der A- zur B-Schnittzeit in der I. Saatzeit (Tab. 13) zeigt sich auch in der Wuchshöhe. Jedoch ist diese Abhängigkeit nicht absolut, da die letztgenannte Sorte z.B. ihren Höchstsertrag in der B-Schnittzeit im Mittel der Standorte in der I. Saatzeit aufweist, die größte Wuchshöhe aber in dem entsprechenden

Abb. 19 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Sorten/
Schnittzeitversuch 1968 im Mittel der Standorte
R.-Holzhausen und Gr.-Gerau

Wuchshöhe zur Ernte bei Blühbeginn und voller Blüte



Wert der II. Saatzeit zeigt. Auch nehmen die Erträge in den späteren Saatzeiten stärker ab als die Wuchshöhen. Dies deutet darauf hin, daß die Wuchshöhe der Trockenmasseausbildung voraussieht. Dies zeigt sich auch beim Vergleich der Abbildungen 15 und 17, wo sowohl die Trockenmasseerträge von Stengel, Blatt und Korb, als auch der Anteil dieser am Gesamtertrag der Futterleistungen 1968 bei Blühbeginn und Vollblüte dargestellt sind. Im Mittel der Standorte, Saatzeiten und Sorten nehmen die Stengelerträge von der A- zur B-Schnittzeit um 21,0 % von 44,7 auf 54,1 dz/ha, dagegen die Wuchshöhen nur um 7,2 % von 182 auf 195 cm zu.

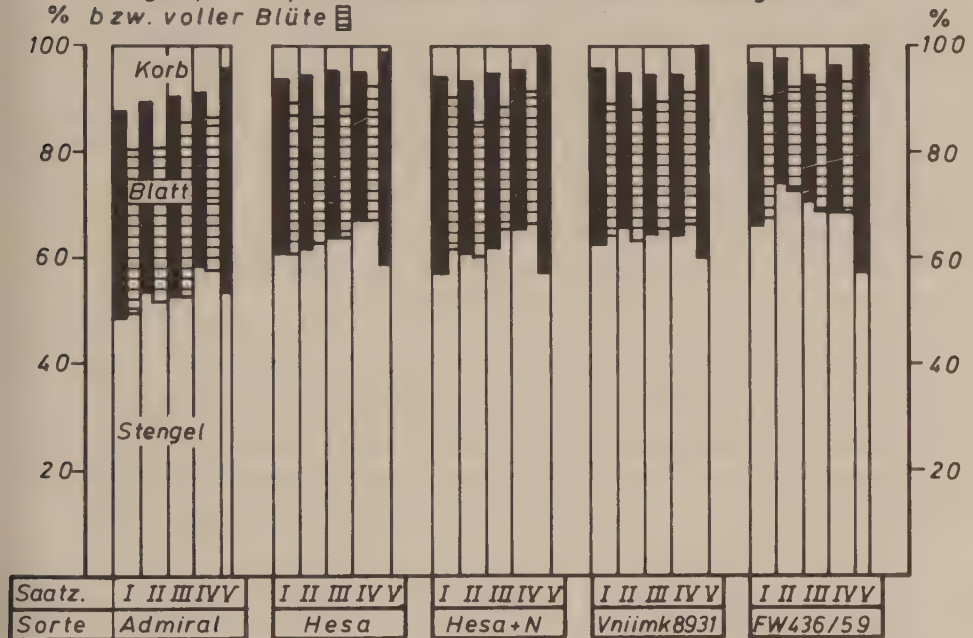
Die Abb. 15 und 16 zeigen die Stengel-, Blatt- und Korb-Erträge in dz/ha TM sowie die jeweiligen Anteile zur Ernte bei Blühbeginn. Eine

Betrachtung des Blattanteils ergibt, daß dieser bis zum Zeitpunkt der Blüte am geringsten durch die Saatzeit beeinflusst wird. In der August-Aussaat ist eine Zunahme des Blattanteils zu erkennen, was durch das Nicht-Erreichen der Blüte in dieser Saatzeit bedingt ist. Die Blattbildung läuft nämlich der Stengelbildung voraus, es ergibt sich daher bei einem physiologisch späteren Schnittzeitpunkt ein geringerer Blattanteil. Ähnlich wie bei den Trockenmasseerträgen zeigt der Stengelanteil 1969 zwischen den Saatzeiten nur geringfügige Abweichungen vom Mittelwert. Im Mittel der Jahre, Standorte und Sorten ist in der IV. Saatzeit der höchste Stengelanteil, dagegen in der II. der höchste Korb- sowie geringste Blattanteil zu verzeichnen. Die Standorte haben einen schwachen Einfluß besonders auf den Stengel- sowie Korbanteil. In Rauischholzhausen werden mit 63,5 % nur geringfügig höhere Stengel- und mit 5,3 % geringere Korbanteile gegenüber Groß-Gerau mit Werten von 61,1 bzw. 7,1 % festgestellt. (Tab. hier nicht wiedergegeben).

Zwischen den Jahren waren im Mittel der Sorten und Saatzeiten ebenfalls nur geringfügige Unterschiede festzustellen. Die deutlichste Variabilität im Verhältnis zwischen Stengel, Blatt und Korb zeigen die Sorten. Mit einem Anteil von 53,2 % Stengel, 36,0 % Blatt und 10,8 % Korb, besitzt die kanadische Sorte "Admiral" das günstigste Verhältnis mit dem höchsten Blattanteil. Dieses verschlechtert sich über "Hesa + N", "Hesa", "Vniimk" bis zu "FW 436/59" mit einem Verhältnis von 70,2 : 26,2 : 3,6. Bei dieser Sorte zeigt sich auch der größte Einfluß der Saatzeiten, indem die II. Saatzeit den höchsten Stengelanteil aufweist und mit der Verzögerung des Aussaattermins eine Steigerung des Blattanteils gekoppelt ist. Dies beruht auf der starken photoperiodischen Reaktion dieser Sorte, die unter Langtagverhältnissen ein starkes Höhenwachstum aufweist, ohne dabei die Blattzahl wesentlich zu vermehren (Abb. 8 und 14). Die Sorte "Vniimk", die unter den klimatisch kontrollierten Versuchsbedingungen die geringste photoperiodische Reaktion bis Blühbeginn zeigte (Abb. 4), weist auch die geringsten Abweichungen der Stengel : Blatt : Korbanteil auf. Im Mittel der Saatzeiten, Jahre und Standorte liegen die Werte für diese Sorte bei 64,5 : 30,5 : 5,0.

**Abb. 20 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Schnittzeit/
Sortenversuch 1968 im Mittel der Standorte
R.-Holzhausen und Gr.-Gerau**

Stengel-, Blatt-, Korbverhältnis bei Ernte zu Blühbeginn ■
% bzw. voller Blüte ▨



Von der Schnittzeit bei Blühbeginn zu derjenigen bei voller Blüte ergibt sich verständlicherweise im Mittel der Standorte, Saatzeiten und Sorten 1968 eine Verschiebung im Stengel : Blatt : Korbanteil von 62,4 : 31,6 : 6,0 auf 62,8 : 25,9 : 11,3 (Abb. 15 u. 17). Die Verminderung des Blattanteils beruht im Mittel nicht auf einem Verlust des Blattertrages, dieser bleibt annähernd konstant. Der Stengelertrag nimmt vielmehr im gleichen Maße wie der Gesamtertrag zu, wodurch sich die Werte kaum verändern (Abb. 20). Der Korbertrag nimmt von der A- zur B-Schnittzeit um 148 % zu. Die stärkste Zunahme des Korbanteils wird bei der II. Saatzeit verzeichnet, wo hohe Temperaturen und relativ lange Tage vorherrschen. Die geringsten Zunahmen und auch die niedrigsten absoluten

Werte zeigen sich in der IV. Saatzeit, da hier durch niedrige Temperaturen und relativ kurze Tage kleinere Körbe bzw. Knospen ausgebildet werden. Während in der I. Saatzeit eine absolute Zunahme der Blatterträge zu verzeichnen ist, zeigen sich in den folgenden Saatzeiten leichte Abnahmen von der A- zur B-Schnittzeit (Abb. 15 und 17), was auf das Absterben der untersten Blätter zurückzuführen ist. Der geringste Blattanteil der B-Schnittzeit in der II. Saatzeit (Abb. 20) ist durch die relativ starke Zunahme des Korbertrages zu erklären. Die relative Zunahme des Blattanteils in der Juli-Aussaat basiert dagegen auf der geringeren Zunahme des Korbertrages von der A- zur B-Schnittzeit. Dies zeigt wiederum, daß die Blätter zuerst gebildet werden und vom Blühbeginn an keine großen Zunahmen mehr stattfinden. Die Stengelmassebildung folgt etwas später und zuletzt die Korbbildung.

Zwischen den Standorten zeigen sich keine Verschiebungen im Verhältnis der Anteile. Wie zur Schnittzeit A, so hat auch in der B-Schnittzeit Groß-Gerau das günstigere Stengel : Blatt : Korbverhältnis (Abb. 17). Dies beruht auf einer deutlich geringeren Stengelmassebildung unter den wärmeren Bedingungen des Standortes Groß-Gerau, dagegen einer erhöhten Knospen- bzw. Korbausbildung.

Zwischen den Sorten ergeben sich von der A- zur B-Schnittzeit keine Verschiebungen im Verhältnis. So hat wiederum zur späteren Schnittzeit die Sorte "Admiral" mit 52,7 : 30,5 : 16,8 das günstigste Stengel : Blatt : Korbverhältnis und "FW 436/59" mit 69,6 : 24,8 : 7,6 das ungünstigste (Abb. 20). Auch die Wechselwirkungen sind annähernd die gleichen (vgl. Abb. 15 und 17).

Für die Leistungsprüfungen ist nicht nur der absolute Ertrag von Bedeutung, sondern auch die Leistung in der Zeiteinheit, die durch den Leistungszeitfaktor (LZF) ausgedrückt wird. Dieser ergibt sich aus der Division des Trockenmasseertrages durch die Vegetationstage.

In Tabelle 14 sind die Leistungszeitfaktoren für die Futterleistungen bei Blühbeginn zusammengestellt. Sie besagen um wieviel kg/ha pro Tag die Trockenmasseerträge bis zum Zeitpunkt der Ernte zunehmen. Dabei er-

Tabelle 14

Fütterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten
im Saatzeitversuch auf den Standorten Rauschholzhausen
und Groß-Gerau 1968 und 1969

Leistungszeitfaktor (kg/ha/Tag)

Saatzeiten Jahre	Rauschholzhausen					Groß-Gerau					Rauschholzhausen und Groß-Gerau								
	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniink 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniink 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniink 8931	FW 436/59	M	
1968	I	86	100	109	110	112	103	69	101	110	103	99	96	78	101	110	107	106	100
	II	130	156	167	185	140	156	93	122	114	146	131	121	112	139	141	166	136	139
	III	75	96	93	92	86	88	87	112	119	114	96	106	81	104	106	103	91	97
	IV	62	78	72	58	45	63	40	70	85	47	46	58	51	74	79	53	46	61
M 1968		88	108	110	111	96	103	72	101	107	103	93	95	80	105	109	107	95	99
1969	I	82	109	118	145	158	122	86	117	112	124	131	114	84	113	115	135	145	118
	II	97	125	123	136	172	131	82	107	101	113	150	111	90	116	112	125	161	121
	III	91	122	120	139	139	122	115	131	136	164	132	136	103	127	128	152	136	129
	IV	97	129	128	103	91	110	104	135	137	136	104	123	101	132	133	120	98	117
M 1969		92	121	122	131	140	121	97	123	122	134	129	121	95	122	122	133	135	121
M 1968-69		90	115	116	121	118	112	85	112	115	119	111	108	87	113	116	121	115	110
1968-69	I	84	105	114	128	135	113	78	109	111	114	115	105	81	107	113	121	125	109
	II	114	141	145	161	156	143	88	115	108	130	141	116	101	128	127	146	149	130
	III	83	109	106	116	113	105	101	122	128	139	114	121	92	116	117	128	114	113
	IV	80	104	100	81	68	87	72	103	111	92	75	91	76	103	106	87	72	89
1968 V		36	43	45	50	35	42	44	52	55	54	41	49	40	48	50	52	38	46
1969 V		46	56	52	51	41	49	32	33	35	37	25	32	39	45	44	44	33	41
M V		41	50	49	51	38	46	38	43	45	46	33	41	40	46	47	48	36	43

gibt sich eine eindeutige Abhängigkeit von der Saatzeit. Im Mittel der Standorte, Jahre und Sorten zeigt sich mit 130 kg/ha in der II. Saatzeit der größte Ertragszuwachs pro Tag. Dieser nimmt stärker als der Ertrag bis zur letzten Saatzeit ab, wo er nur noch 43 kg/ha pro Tag beträgt, da die Vegetationszeit von der III. Saatzeit an wieder zunimmt (Tab. 4). Dies deutet auf einen starken Tageslängen- und Temperatureinfluß hin, wobei hohe Temperaturen und Langtag den LZF steigern. In der II. Saatzeit lagen die Temperaturen unter denjenigen der III. Saatzeit, die Tage waren jedoch länger. So überwog hier die Photoperiodische Wirkung. Zwischen der I. und II. Saatzeit bestehen nur geringfügige photoperiodische Differenzen, aber in der I. Saatzeit herrschten niedrigere Temperaturen, die den geringeren LZF verursachten. In der letzten Saatzeit wird er durch das Zusammenwirken von niedrigen Temperaturen mit kürzeren Tagen noch stärker als der absolute Ertrag (Tab. 11) vermindert. Auch zwischen den Jahren zeigte sich der positive Einfluß von wärmeren Bedingungen, indem 1969 mit den höheren Temperaturen auch überlegene Leistungszeitfaktoren gegeben sind. Zwischen den Standorten waren die Unterschiede nur gering, ebenso im Mittel der Jahre, Standorte und Saatzeiten zwischen den Sorten. Nur die Sorte "Admiral" weist mit 87 kg/ha/Tag eine eindeutige Unterlegenheit auf, wie sie auch bei der Wuchsgeschwindigkeit (Tab. 8) zutage trat. "Vniimk" ist den übrigen Sorten mit einem Leistungszeitfaktor von 121 kg/ha/Tag leicht überlegen. Der Ertragsunterschied der Sorten wird demnach vorwiegend durch die unterschiedliche Vegetationsdauer (Tab. 4) und weniger durch den LZF bedingt. Zwischen den Saatzeiten bestehen jedoch deutliche Wechselwirkungen. Im Mittel der Standorte und Jahre weist "FW 436/59" die höchsten Werte mit 125 bzw. 149 kg/ha/Tag in der I. und II. Saatzeit auf, in der III. und V. zeigt die Sorte "Vniimk 8931" mit jeweils 128 und 48 kg/ha/Tag und in der IV. "Hesa + N" mit 106 kg/ha/Tag den höchsten LZF. In der Juli- sowie August-Aussaat hat "FW 436/59" sogar den geringsten Wert, was sich durch die stärkere Kurztag-Reaktion dieser Sorte erklären läßt. Der höhere LZF von "Vniimk" unter kühleren Bedingungen zeigt sich auch 1968 im Mittel der Standorte in der I. und II. Saatzeit. In dem warmen Jahr 1969 wurde das Wachstum auch in den späteren Saatzeiten beschleunigt, so daß sich

die Hauptwachstumsphase gegenüber 1968 in längere Tage verlagerte. So konnte "FW 436/59" die höchsten Leistungen mit 135 kg/ha pro Tag im Mittel der Standorte und Saatzeiten bringen.

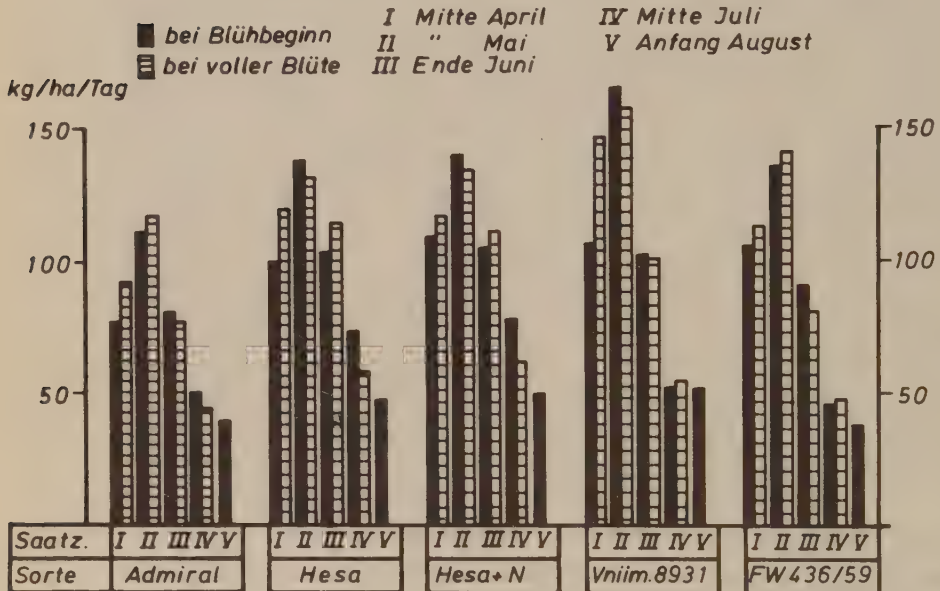
Die geringeren Werte in der II. Saatzeit 1969 im Mittel der Standorte und Sorten mit 121 kg/ha/Tag gegenüber 1968 mit 139 kg/ha/Tag beruht auf den kühleren Temperaturen im Juni 1969. In der I. und II. Saatzeit zeigten sich im Leistungszeitfaktor in beiden Jahren in Groß-Gerau gegenüber Rauischholzhausen geringere Werte, wie auch SCHUSTER (1970) in vierjährigen Anbauversuchen zeigen konnte. Dies ist dadurch bedingt, daß Groß-Gerau die höheren Temperaturen aufweist und somit die Entwicklung und auch die Hauptwachstumsphase gegenüber Rauischholzhausen etwas verfrüht wird. In Rauischholzhausen konnten sich vor allem 1969 die im Herbst gegebenen höheren Temperaturen noch im Wachstum auswirken. Die Überlegenheit der späteren Saatzeiten in Groß-Gerau wurde durch die Vorverlegung der Hauptwachstumsphase in den längeren Tag und höheren Temperaturbereich bedingt, während sie in Rauischholzhausen durch die kühleren Bedingungen in den Bereich kürzerer Tage und niedrigerer Temperaturen geriet.

Die Schnittzeiten zeigen nur geringe Veränderungen der LZF, wie aus Abbildung 21 hervorgeht. Im Mittel der Standorte und Sorten waren in der I. Saatzeit Leistungssteigerungen möglich, da die Temperaturen nach der Blüte noch zunahmen, jedoch verringerten sich die Leistungszeitfaktoren in den späteren Saatzeiten leicht. Dies ist dadurch bedingt, daß in der II. Saatzeit zur Zeit der Blüte die Temperaturen noch etwas zunehmen, sich jedoch schon eine Abnahme der Tageslänge bemerkbar macht. In den späteren Saatzeiten wirken die ungünstigeren Werte beider Faktoren zusammen. "Vniimk" hat bei voller Blüte im Mittel der Saatzeiten und Standorte den höchsten Wert mit 115 kg/ha/Tag und "Admiral" den geringsten mit 82 kg/ha/Tag. Die N-Steigerung zeigt gegenüber der Sorte "Hesa" keine gesicherten Unterschiede.

Wechselwirkungen zwischen Saatzeiten und Sorten treten auf, indem in der II. Saatzeit bei "Admiral" durch die Frühreife noch eine Steigerung des LZF bemerkbar wird. Ebenfalls ist dies bei "FW 436/59" im Gegensatz

**Abb. 21 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Sorten/
Schnittzeitversuch 1968 im Mittel der Standorte
R.-Holzhausen und Gr.-Gerau**

Leistungszeitfaktor bis zur Ernte bei Blühbeginn bzw.
bei voller Blüte



zu den übrigen Sorten festzustellen, jedoch wird der höhere LZF bei dieser Sorte wohl darauf zurückzuführen sein, daß sie zwar eine langsamere Jugendentwicklung hat (siehe auch Abb. 12), jedoch in späteren Stadien eine Leistungssteigerung aufweist. Dies ist auch aus den Werten der V. Saatzeit, in der die Ernte aller Sorten fast gleichzeitig vorgenommen wurde, zu ersehen, indem dieser Stamm von allen Varianten die geringsten Leistungszeitfaktoren aufweist (Abb. 21). Die Zunahme des LZF mit der späteren Schnittzeit bei der Sorte "Hesa" und "Hesa + N" in der III. Saatzeit im Mittel der Standorte läßt sich durch Temperatur- und Tageslängenreaktionen nicht erklären.

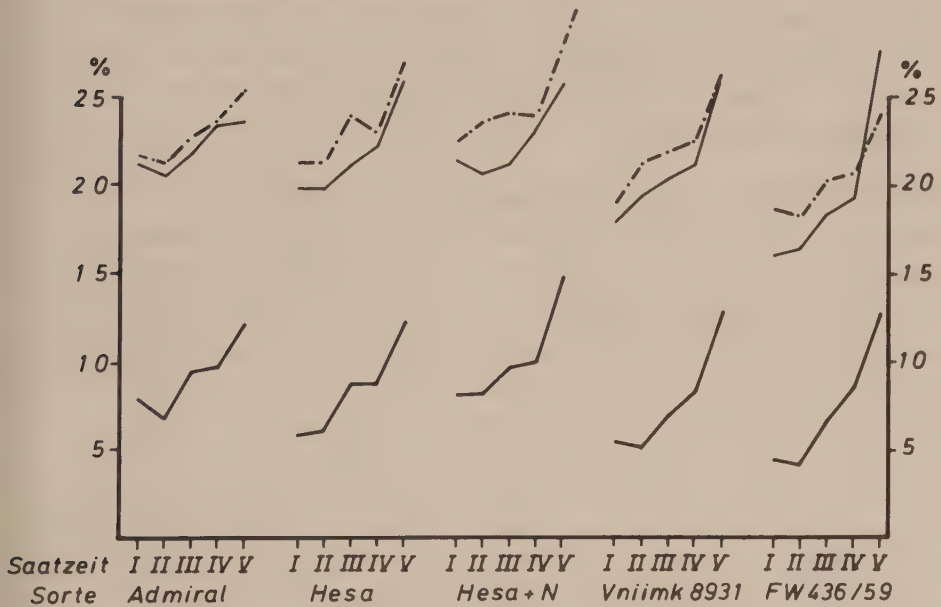
Für die Beurteilung der Leistungen der Sonnenblumensorten ist der Ertrag

nicht ausschließlich maßgeblich; die Qualität des Futters ist von ebensolcher Bedeutung. So wurde an den einzelnen Fraktionen Rohprotein- und Rohfaser-Bestimmung durchgeführt.

Abb. 22 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Sortenversuch im Mittel der Standorte R.-Holzhausen u. Gr.-Gerau sowie 1968 u. 1969

Rohproteingehalt der Stengel, Blätter sowie Körbe

--- Blatt I Mitte April IV Mitte Juli
— Korb II " Mai V Anfang August
— Stengel III Ende Juni



In Abbildung 22 sind die Rohproteingehalte der Stengel, Blätter sowie Körbe der 5 Sonnenblumenvarianten bei Blühbeginn im Mittel der zwei Standorte und zwei Jahre dargestellt. Es ist daraus zu ersehen, daß die Stengel mit einem mittleren Gehalt von 8,6 % Roheiweiß im Verhältnis zu den Blättern und Körben mit jeweils 22,7 % bzw. 21,4 % sehr geringe Werte aufweisen.

Der Gehalt wird stark durch die Umwelt verändert, wobei die Saatzeiten den größten Einfluß haben. Er verringert sich von der I. zur II. Saatzeit geringfügig und nimmt dann wieder deutlich mit Aussaatverspätung zu. Die ausgeprägteste Zunahme des Rohproteingehaltes in der V. Saatzeit ist durch das physiologisch jüngere Stadium der geernteten Pflanzen zu erklären, da die Blüte nur selten erreicht wurde.

Zwischen den einzelnen Fraktionen ergibt sich ein annähernd paralleler Kurvenverlauf der Rohproteingehalte. Ausnahmen bilden die Körbe bei "Hesa + N", sowie die Blätter und Körbe bei "Vniimk", wie Abbildung 22 zeigt. Auch hat der Zuchtstamm "FW 436/59" in der V. Saatzeit einen höheren Rohproteingehalt in den Knospen als in den Blättern, was durch die geringe Knospenausbildung dieser Sorte zur Zeit der Ernte (Vegetationsende) verursacht wurde.

Die Sorten zeigen wenig Unterschiede; dabei zeigt der Zuchtstamm "FW 436/59" mit 7,3 %, 20,4 % und 19,6 % jeweils den niedrigsten Rohproteingehalt. Mit 9,2 % und 22,1 % weist "Admiral" die höchsten Werte in den Stengeln und Körben auf und mit 23,3 % "Hesa" in den Blättern. Durch die Stickstoffsteigerung sind bei der Variante "Hesa + N" in allen Fraktionen die höchsten Gehalte 10,2 % (Stengel), 24,5 % (Blatt) und 22,4 % (Korb) zu verzeichnen. Die Zunahme gegenüber "Hesa" war mit 1,8 % im Stengel am deutlichsten. Bei "Vniimk 8931" wurden im Stengel mit 7,3 % besonders niedrige Rohproteingehalte festgestellt.

Die Gesamt-Rohproteingehalte werden in Tabelle 15 zusammengestellt. Für die Saatzeiten ergeben sich gleiche Tendenzen wie bei den einzelnen Fraktionen, da diese keine gegenläufigen Werte zeigten und sich die Anteile der Stengel-, Blatt- und Korbfraktionen nicht wesentlich ändern. Im Mittel der Jahre, Standorte und Sorten ergibt sich mit 11,7 % der geringste Rohproteingehalt in der II. Saatzeit, mit einer deutlichen Steigerung über 13,7 %, 14,1 % in der III. bzw. IV., auf 18,6 % in der letzten Saatzeit. Dies dürfte vorwiegend mit photoperiodischen Einflüssen zu erklären sein, wobei sich durch längere Tage bei gleichzeitiger Ertragssteigerung die Roheiweißgehalte vermindern.

Tabelle 15

Fütterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten
im Saatzeitsversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Rohproteingehalte (%)

Saatzeiten Jahre	Rauschholzhausen						Groß-Gerau						Rauschholzhausen und Groß-Gerau						
	Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vnlmk 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vnlmk 8931	FW 436/59	M	Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vnlmk 8931	FW 436/59	M	
I Mitte April	13.6	11.0	13.7	10.9	8.4	11.5	17.0	12.7	14.8	11.4	10.2	13.2	15.3	11.9	14.3	11.2	9.3	12.4	
II Mitte Mai	13.8	11.8	13.4	9.8	8.9	11.5	12.8	11.3	14.7	10.1	7.2	11.2	13.3	11.6	14.1	10.0	8.1	11.4	
III Ende Juni	16.8	14.0	16.4	11.6	11.7	14.1	13.5	13.6	12.4	12.5	8.3	12.1	15.2	13.8	14.4	12.1	10.0	13.1	
IV Mitte Juli	17.6	15.1	16.7	14.9	15.1	15.9	11.1	8.8	10.6	8.6	8.3	9.5	14.4	12.0	13.7	11.8	11.7	12.7	
M 1968	15.5	13.0	15.1	11.8	11.0	13.3	13.6	11.6	13.1	10.7	8.5	11.5	14.6	12.3	14.1	11.3	9.8	12.4	
I 1969	12.9	10.8	12.1	8.1	6.8	10.1	13.8	12.1	14.9	10.7	9.2	12.1	13.4	11.5	13.5	9.4	8.0	11.1	
II	12.7	11.4	13.0	10.3	6.8	10.8	14.6	12.9	14.6	13.6	9.0	12.9	13.7	12.2	13.8	12.0	7.9	11.9	
III	14.3	14.7	15.3	11.7	10.7	13.3	18.7	15.2	16.6	13.6	12.0	15.2	16.5	15.0	16.0	12.7	11.4	14.3	
IV	17.9	15.8	17.6	16.1	14.0	16.3	17.1	15.4	15.5	13.1	11.6	14.5	17.5	15.6	16.6	14.6	12.8	15.4	
M 1969	14.4	13.2	14.5	11.5	9.6	12.6	16.1	13.9	15.4	12.8	10.5	13.7	15.3	13.6	15.0	12.2	10.1	13.2	
M 1968-69	15.0	13.1	14.8	11.7	10.3	13.0	14.8	12.8	14.3	11.8	9.5	12.6	14.9	13.0	14.6	11.7	9.9	12.8	
I 1968	13.3	10.9	12.9	9.5	7.6	10.8	15.4	12.4	14.9	11.1	9.7	12.7	14.3	11.7	13.9	10.3	8.7	11.8	
II	13.3	11.6	13.2	10.1	7.9	11.2	13.7	12.1	14.7	11.9	8.1	12.1	13.5	11.9	14.0	11.0	8.0	11.7	
III	15.6	14.4	15.9	11.7	11.2	13.7	16.1	14.4	14.5	13.1	10.2	13.7	15.9	14.4	15.2	12.4	10.7	13.7	
IV 1968	17.8	15.5	17.2	15.5	14.6	16.1	14.1	12.1	13.1	10.9	10.0	12.0	16.0	13.8	15.2	13.2	12.3	14.1	
1968 V Anfang August	23.2	22.6	24.9	22.2	21.1	22.8	14.9	13.4	15.4	12.6	12.3	13.7	19.1	18.0	20.2	17.4	16.7	18.3	
1969 V	19.9	20.5	22.6	22.2	20.9	21.2	14.4	17.1	19.4	16.0	15.2	16.4	17.2	18.8	21.0	19.2	18.1	18.8	
M V	21.6	21.6	23.8	22.2	21.0	22.0	14.7	15.3	17.4	14.3	13.8	15.1	18.2	18.4	20.6	18.3	17.4	18.6	

Die Jahres- sowie Standortunterschiede sind vorwiegend durch die Witterung bedingt, so bewirkten die höheren Temperaturen des zweiten Versuchsjahres eine leichte Rohproteinsteigerung bei gleichzeitiger Ertragssteigerung, was auch aus den Ergebnissen von SCHUSTER (1970) hervorgeht.

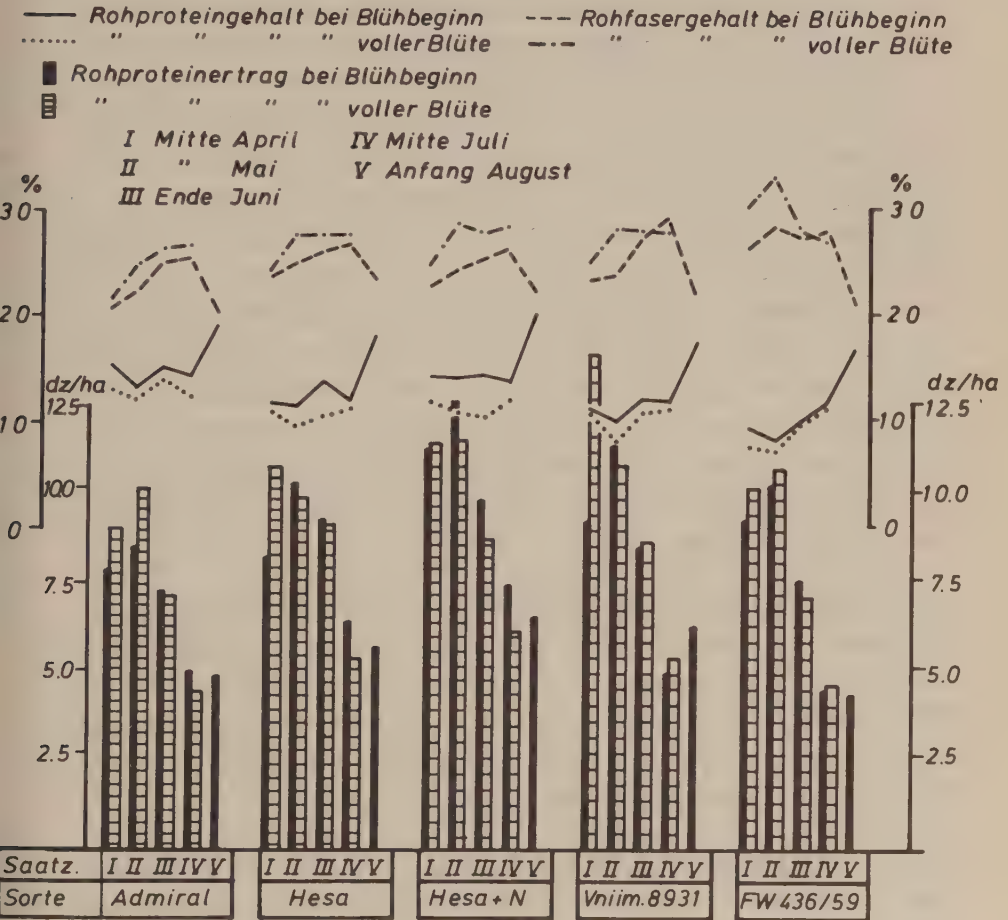
Die Sorten zeigen deutliche Unterschiede, wobei der Gesamteiweißgehalt vor allem durch die unterschiedlichen Anteile an Stengel, Blatt und Korb verändert werden. So weist "FW 436/59" mit dem höchsten Stengelan- teil sowie dem niedrigsten Eiweißgehalt in allen Fraktionen (Abb. 22) mit 9,9 % auch den geringsten Rohproteingehalt auf. Die Sorte "Admiral" mit dem höchsten Blattanteil hat mit 14,9 % den höchsten Eiweißgehalt. "Hesa + N" zeigt trotz einem ungünstigeren Stengel : Blatt : Korbverhält- nis durch die höheren Eiweißgehalte in allen drei Fraktionen mit insgesamt 14,6 %, annähernd gleiche Werte wie "Admiral", sie liegen erheblich über denjenigen der normalen Variante von "Hesa".

Es ergeben sich zwischen den Saatzeiten und Sorten sowie Sorten und Jahren keine deutlichen Abweichungen vom allgemeinen Trend. Lediglich 1968 ist ein etwas abweichendes Verhalten in der Juli-Aussaat zu erken- nen, was auf den Standort Groß-Gerau zurückzuführen ist. Dort wirkte sich die N-Auswaschung zur Jugendphase, wie schon bei der Entwick- lung beschrieben, bis zur Blüte in einem stark verringerten Proteinge- halt aus. Ebenso dürften die hohen Niederschläge in Groß-Gerau 1968 im August durch eine erhöhte N-Auswaschung für die verminderten Ei- weißgehalte der Juni- und besonders der August-Aussaat verantwortlich sein. Bei der letzten Aussaat sind die gesteigerten Werte in Rauischholz- hausen allerdings auch mit der Ernte in einem physiologisch jüngeren Stadium zu erklären, was sich an der frühesten und damit bei der Ernte älteren Sorte "Admiral" bestätigt.

Die Abbildung 23 zeigt eine Abnahme des Eiweißgehaltes von der Schnitt- zeit zu Blühbeginn bis zu derjenigen bei voller Blüte. Dies wird sowohl durch die Abnahme des Gehaltes in den einzelnen Fraktionen, insbeson- dere im Korb (Tabelle hier nicht wiedergegeben), als auch durch die Verminderung des Blatt- und einer entsprechenden Zunahme des Korb-

Abb. 23 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Sorten/
Schnittzeitversuch 1968 im Mittel der Standorte
R.-Holzhausen und Gr.-Gerau

Rohproteinерträge (dz/ha), Rohproteingerhalte (%) u. Rohfasergerhalte (%)



anteils bewirkt (Abb. 15 und 17). Im Mittel der Standorte und Sorten war die geringste Abnahme mit 1,1 % in der IV. Saatzeit, dagegen die höchste mit 2,1 % in der III. gegeben. Von den Sorten weist "FW 436/59" die geringsten Abweichungen zwischen den beiden Schnittzeiten auf, wie aus Abbildung 23 zu ersehen ist. "Hesa + N" hat in der

B-Schnittzeit nicht mehr die deutliche Überlegenheit im Eiweißgehalt, wie sie bei Blühbeginn zutage trat.

Neben dem Eiweißgehalt spielt der Eiweißertrag eine erhebliche Rolle. Dieser wird für die Futterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumenvarianten in Tabelle 16 und Abbildung 23 gezeigt. Es treten starke Wechselwirkungen zwischen Saatzeit, Standort und Jahr auf, die im Mittel nur geringe Differenzierungen zwischen den Saatzeiten ergeben. Der höchste Rohproteinertrag wird mit 10,2 dz/ha in der Mai-Aussaat gefunden, und der niedrigste in der V. Saatzeit mit 5,9 dz/ha. "Admiral" zeigt fast immer, infolge der geringeren Trockenmasseerträge, die niedrigsten Rohprotein-erträge. "Hesa + N" hat bei gesteigertem Eiweißgehalt 1968 höhere Werte, jedoch werden sie 1969 durch bessere Trockenmasseleistungen von "FW 436/59" schwach übertroffen. In den frühen Saatzeiten deuten sich bei "FW 436/59" und "Hesa + N" die höchsten Eiweißerträge an, jedoch ist bei "FW 436/59" in den späten Saatzeiten der deutlichste Abfall zu verzeichnen, so daß die Rohprotein-erträge unter denjenigen von "Admiral" in der V. Saatzeit liegen.

In Abbildung 23 sind die Rohprotein-erträge für die beiden Schnittzeiten im Mittel der Standorte im Jahr 1968 dargestellt. Es geht daraus hervor, daß in der I. Saatzeit mit der späteren Schnittzeit ein Zuwachs des Protein-ertrages von 9,2 auf 11,0 dz/ha im Mittel zu verzeichnen ist. In den späteren Saatzeiten tritt jedoch ein leichter Verlust beim Schnitt in Vollblüte ein. Dieser ist mit Blattverlusten zu erklären.

In der April-Aussaat zeigt "Vniimk", sowohl durch eine starke Ertrags- als auch geringe Proteingehaltszunahme, eine Roheiweiß-ertrags-Erhöhung von 9,2 auf 13,9 dz/ha. Auch bei "Hesa" ist sie deutlich, während sie bei "Hesa + N" mit +0,2 dz/ha am geringsten ist. In der II. Saatzeit nehmen "Admiral" und "FW 436/59" etwas zu. Die übrigen Varianten zeigen Verluste im Eiweiß-ertrag, desgleichen alle Sorten in der III. und IV. Saatzeit mit Ausnahme von "Vniimk". Die geringeren Zunahmen bzw. deutlicheren Abnahmen von "Hesa + N" gegenüber "Hesa" lassen sich an Hand der größeren Blattverluste erklären, was auf eine gewisse Empfindlichkeit bei warm-trockenen Verhältnissen schließen läßt.

Tabelle 16

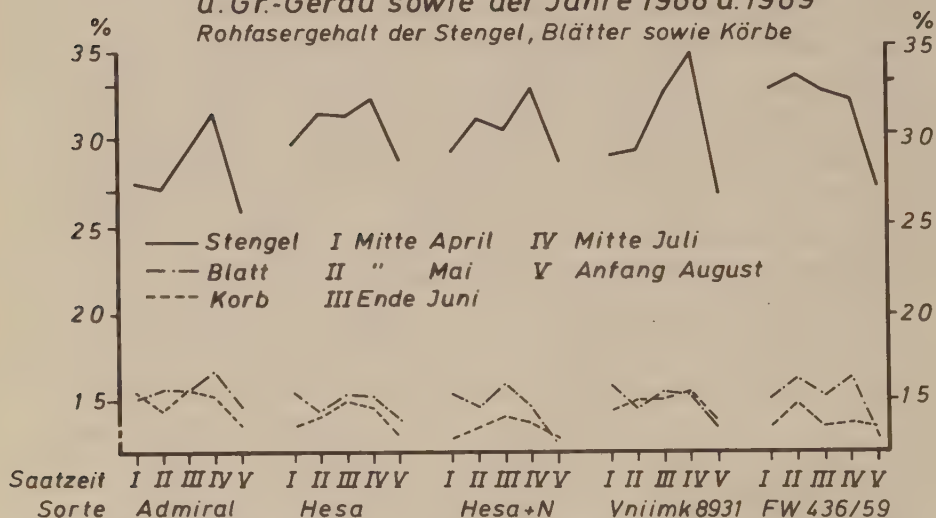
Futterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeitversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau 1968 und 1969.

Rohproteinträge (dz/ha)

Jahre Saatzeiten	Sorten	Mittel aus Rauschholzhausen und Groß-Gerau							
		Admiral	Hesa	Hesa + N	Vniimk 8931	FW 436/59	M Rausch- holzshn.	M Groß- Gerau	M R. H. / G. G.
1968	I	7.9	8.6	11.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	II	8.5	10.3	12.5	11.3	10.2	12.4	8.7	10.6
	III	7.3	9.3	9.8	8.5	7.5	8.8	8.2	8.5
	IV	5.0	6.4	7.4	4.9	4.4	7.4	3.8	5.6
	M - Rausch- holzhausen	8.4	9.5	11.2	9.2	8.9	9.4		
	M - Groß-Gerau	5.9	7.7	9.2	7.8	6.7		7.5	
	M - R. H. + G. G.	7.2	8.6	10.2	8.5	7.8			8.5
1969	I	7.0	8.7	10.4	9.4	10.9	8.9	9.6	9.3
	II	7.4	9.1	10.0	10.1	12.4	9.7	9.8	9.8
	III	8.4	10.6	11.5	12.6	13.2	10.1	12.4	11.3
	IV	9.6	12.3	13.2	10.9	9.2	11.5	10.6	11.1
	M - Rausch- holzhausen	7.6	10.0	11.2	10.2	11.3	10.1		
	M - Groß-Gerau	8.6	10.4	11.3	11.2	11.6		10.6	
	M - R. H. + G. G.	8.1	10.2	11.3	10.7	11.5			10.4
1968/69	I	7.4	8.6	10.8	9.3	10.0	9.1	9.4	9.2
	II	8.0	9.7	11.3	10.7	11.3	11.1	9.2	10.2
	III	7.8	10.0	10.7	10.6	10.4	9.5	10.3	9.9
	IV	7.3	9.4	10.3	7.9	6.8	9.5	7.2	8.4
	M - Rausch- holzhausen	8.0	9.8	11.2	9.7	10.1	9.8		
	M - Groß-Gerau	7.2	9.1	10.3	9.5	9.1		9.0	
	M - 1968/69 R. H. / G. G.	7.6	9.4	10.8	9.6	9.6			9.4
	V 1968	4.9	5.7	6.5	6.2	4.3	6.5	4.4	5.5
	V 1969	5.2	6.7	7.3	6.9	5.0	8.2	4.2	6.2
	M V Rausch- holzhausen	6.3	8.0	8.4	8.4	6.0	7.4		
	M V Groß-Gerau	3.7	4.4	5.4	4.7	3.3		4.3	
	M V 1968/69	5.0	6.2	6.9	6.6	4.7			5.9

Im Gegensatz zum Eiweiß ist Rohfaser, wenn in größeren Mengen vorhanden, ein unerwünschter Inhaltsstoff, da sie schwer oder teilweise nicht verdaulich ist.

Abb:24 Futterleistungsprüfung im Saatzeit/Sortenversuch im Mittel der Standorte R.-Holzhausen u. Gr.-Gerau sowie der Jahre 1968 u. 1969
 Rohfasergehalt der Stengel, Blätter sowie Körbe



Wie aus der Abbildung 24 hervorgeht, in der die Rohfasergehalte der Stengel, Blätter und Körbe im Mittel der zwei Standorte und zwei Jahre zur Zeit des Blühbeginns dargestellt sind, weisen die Stengel mit 30 % einen beträchtlichen Gehalt auf. Dagegen enthalten die Blätter und Körbe mit 15,0 % und 14,2 % im Mittel deutlich weniger Rohfaser. Die Stengel zeigen im Gegensatz zu den Blättern und Körben einen Anstieg des Rohfasergehaltes von 29,5 % in der I. bis 32,6 % im Mittel der IV. Saatzeit und danach durch die Ernte in einem physiologisch jüngeren Stadium in der V. Saatzeit einen Abfall auf 27,4 %. Diese Reaktion ist am deutlichsten bei den Sorten, die unter klimatisch kontrollierten Bedingungen am geringsten photoperiodisch reagierten. "FW 436/59" hatte unter Klimahaus-Verhältnissen die stärkste photoperiodische Reaktion; sie weist den höchsten Rohfasergehalt der Stengel mit 31,5 % im Mittel und

in der II. Saatzeit mit 33,3 % auf. "Hesa" nimmt eine Mittelstellung ein. Die geringsten Werte werden demgegenüber bei "Admiral" mit 28,2 % festgestellt. Die N-Steigerung bewirkte eine schwache Abnahme des Rohfasergehaltes bei "Hesa".

Bei der Betrachtung der Rohfasergehalte der Gesamttrockenmasse ist eine ähnliche Abstufung zwischen den Saatzeiten im Mittel der Jahre (Tabelle hier nicht wiedergegeben) wie bei den Stengeln zu verzeichnen, da diese die höchsten Gehalte haben und den größten Anteil am Ertrag ausmachen. Es deutet sich dabei eine gewisse Abhängigkeit von den Temperaturen an, indem unter wärmeren Bedingungen niedrigere Rohfasergehalte gefunden werden. Dies zeigt sich in geringeren Rohfasergehalten von 24,4 % bzw. 24,9 % in Groß-Gerau und im Jahr 1969. Dem wirkt aber offensichtlich die Tageslängenreaktion entgegen, da unter Kurztagbedingungen höhere Gehalte festzustellen waren. So erklären sich die unterschiedlichen Reaktionen der Sorten in den Saatzeiten (Abb. 24). Bei den photoperiodisch wenig reagierenden Sorten "Admiral" und "Vniimk" tritt eine stärkere Temperaturwirkung zutage, während "FW 436/59" durch die Tageslängenreaktion die Wirkung der Temperatur kompensiert. Die Extremwerte im Rohfasergehalt der Gesamttrockenmasse schwankten über Jahre, Saatzeiten und Standorte von 18,6 % in der V. bis 30,0 % in der IV. Saatzeit 1968 in Groß-Gerau.

Durch die spätere Ernte (zweite Schnittzeit) wird der Gesamtrohfasergehalt ebenfalls deutlich erhöht, wie Abbildung 23 zeigt. Dies wird vorwiegend durch die Zunahme in den Stengeln bewirkt und ist in Rauischholzhausen mit den niedrigeren Temperaturen etwas stärker als in Groß-Gerau (Tabelle nicht wiedergegeben).

In Abbildung 23 fällt die Abnahme der Rohfasergehalte der Sorten "Vniimk" und "FW 436/59" von der A- zur B-Schnittzeit in der IV. Saatzeit auf. Dies erklärt sich durch eine relativ starke Ertragszunahme mit einer relativ langsameren Rohfaserbildung besonders in den Blättern.

Ein Vergleich der Abbildungen 22 und 24 ergibt gewisse gegenläufige Tendenzen zwischen dem Rohprotein- und Rohfasergehalt.

Die Beziehung der Faktoren untereinander werden nochmals durch multiple Korrelationskoeffizienten in Tabelle 17 dargestellt. Bei Betrachtung der Werte müssen jedoch die Wechselseitigen Abhängigkeiten berücksichtigt werden.

Zur Errechnung der Korrelationen wurden die Werte der zwei Jahre, zwei Standorte, fünf Sorten und fünf Saatzeiten zur Ernte bei Blühbeginn (= 100 Werte) benutzt.

Der höchste Korrelationskoeffizient mit $r = 0,865$ ist zwischen dem Gesamt-Trockenmasse-Ertrag und der Wuchshöhe gegeben. Hohe Korrelationswerte bestehen auch zwischen diesen beiden Merkmalen und der Temperatursumme von $r = 0,728$ bzw. $0,710$. Die Temperatursumme wird ihrerseits offensichtlich stärker von der Vegetationszeit ($r = 0,693$) als durch die mittlere Tagestemperatur geprägt. Daß die Korrelation zwischen Vegetationszeit und Wuchshöhe sowie Gesamtertrag nur $r = 0,444$ bzw. $0,410$ beträgt, dürfte vor allem durch die späteren Saatzeiten bedingt sein. In den früheren Saatzeiten haben eindeutig die Sorten mit der kürzeren Vegetationszeit die niedrigeren Wuchshöhen und den geringeren Gesamtertrag, während die späten Sorten höher und damit massenwüchsiger sind. SCHUSTER (1958) erhielt bei Prüfungen von Sonnenblumen als Hauptfrucht bei Aussaat Anfang April deutlichere Beziehungen zwischen Vegetationszeit, Gesamtertrag und Wuchshöhe.

Erklärlicherweise ergibt sich zwischen dem Stengelanteil und der Wuchshöhe eine positive Korrelation von $r = 0,795$. So ist auch der Wert von $r = 0,748$ zwischen der Wuchshöhe und dem Rohfasergehalt verständlich, da der Stengel den höchsten Fasergehalt hat (Abb. 24) und sich dieses in dem Korrelationskoeffizient von $r = 0,721$ zwischen dem Stengelanteil und dem Rohfasergehalt widerspiegelt.

Der Stengelanteil ist deutlich von der Vegetationszeit abhängig ($r = 0,649$), dementsprechend auch von der Temperatursumme ($r = 0,703$). Hierbei wirken sich vor allem die höheren Stengelanteile der späten Sorten aus (siehe Abb. 15 u. 16). Ein deutlich positiver Korrelationskoeffizient von $r = 0,721$ ergibt sich zwischen dem Blattanteil und dem Proteinge-

Tabelle 17

Futterleistungsprüfungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeitversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau 1968 und 1969

Korrelationskoeffiziente (τ) zwischen:

	Gesamt- Wuchs- ertrag	Vegeta- tions- zeit	Mittl. Tages- Temp.	Tempe- ratur- summe	Rohpro- tein- gehalt	Roh- faser- gehalt	Roh- protein- ertrag	Stengel- anteil	Blatt- anteil
Wuchshöhe	0, 8649								
Vegetationszeit	0, 4101	0, 4435							
Mittlere Tages- temperatur	0, 3884	0, 3358	-0, 3869						
Temperatur- summe	0, 7275	0, 7095	0, 6925	0, 3869					
Rohprotein- gehalt	-0, 6353	-0, 5966	-0, 3175	-0, 3361	-0, 6045				
			(-0, 6587)	(0, 2007)	(-0, 5791)				
Rohfasergehalt	0, 5455	0, 7484	0, 3868	0, 2202	0, 5708	-0, 5598			
			(0, 5755)	(-0, 1305)	(0, 5263)				
Rohproteinertrag	0, 7619	0, 6793	0, 0350	0, 4296	0, 3707	-0, 1081	0, 2971		
Stengelanteil	0, 6240	0, 7950	0, 6487	0, 0650	0, 7031	-0, 5203	0, 7213	0, 3473	
Blattanteil	-0, 6918	-0, 7602	-0, 4770	-0, 3113	-0, 7279	0, 7214	-0, 6987	-0, 3482	-0, 8403
Korbanteil	-0, 1569	-0, 3598	-0, 5010	0, 3312	-0, 2378	-0, 0885	-0, 3132	-0, 1339	-0, 6202
									0, 0961

() nur die Saatzeiten I - IV in die Rechnung einbezogen

halt, da im Blatt der höchste Eiweißgehalt gegeben ist (Abb. 22). Gegen die Erwartung deutet sich jedoch eine Abnahme des Rohproteinertrages bei höherem Blattanteil ($r = -0,348$) und eine Zunahme bei erhöhtem Stengelanteil an ($r = 0,347$). Dies ist erklärbar, da der Rohprotein-Ertrag stärker durch den Gesamtertrag bestimmt wird ($r = 0,762$). Der Gesamtertrag ist weitgehend von der Wuchshöhe abhängig, die ihrerseits mit einem hohen Stengelanteil korreliert ist (siehe oben). Die Korrelation von $r = 0,679$ zwischen Rohprotein-Ertrag und Wuchshöhe ergibt sich ebenfalls aus der positiven Beziehung zwischen Wuchshöhe und Gesamtertrag.

Die geringen Beziehungen zwischen mittlerer Tages-Temperatur, Gesamtertrag und Wuchshöhe sind dadurch bedingt, daß niedrige Temperaturen die Vegetationszeit verlängern ($r = 0,387$), und so die Wuchshöhe und damit der Gesamtertrag erhöht werden, vor allem in der I. Saatzeit (siehe Gewächshausversuch Tab. 9).

Die deutlichste negative Beziehung besteht verständlicherweise zwischen dem Stengelanteil und dem Blattanteil ($r = -0,840$). Diese negativen Korrelationen zum Blattanteil erklären sich durch die engen Beziehungen zwischen Wuchshöhe und Stengelanteil sowie zwischen Stengelanteil und Temperatursumme und auch Stengelanteil und Gesamtertrag. Auch die negativen Korrelationen zwischen Rohfasergehalt, Rohproteinertrag, Vegetationszeit und mittlerer Tages-Temperatur sind durch die Abhängigkeit dieser Merkmale vom Stengelanteil verständlich. Ebenso können die mehr oder weniger deutlichen negativen Korrelationen des Rohproteingehaltes mit dem Gesamtertrag, der Wuchshöhe, der Temperatursumme und der Vegetationszeit durch die Sorten mit längerer Vegetationszeit und höherem Stengel- bzw. geringerem Blattanteil erklärt werden.

Auch zwischen dem Stengel- und Korbanteil besteht eine negative Korrelation von $r = -0,620$, die durch die Beziehungen des Stengelanteiles zur Vegetationszeit zu erklären ist, denn je später die Sorte desto geringer ist der Korbanteil in den letzten Saatzeiten (Korrelation zwischen Vegetationstagen und Korbanteil $r = -0,501$).

Die Werte in Klammern in Tab. 17 wurden aus den Saatzeiten I bis IV ermittelt, in denen alle Varianten den Blühbeginn erreichten. Dadurch tritt deutlicher die Wirkung der Vegetationszeitverlängerung auf Rohprotein- und Rohfasergehalt zutage. Zwischen mittlerer Temperatur und den gleichen Merkmalen ändert sich sogar das Vorzeichen.

4. Körnerleistung in Abhängigkeit der Jahre, Standorte, Saatzeiten und Sorten

Die Sonnenblume wird im Weltanbau überwiegend zur Ölgewinnung genutzt. Die Versuche auf Kornleistung wurden in zwei Saatzeiten, zwei Jahren, zwei Standorten und fünf Sorten bzw. Varianten zusammenfassend varianzanalytisch verrechnet.

Der F-Test in Tabelle 18 zeigt deutliche Differenzen zwischen den Sorten und Jahren an, jedoch keine Standort- und Saatzeitunterschiede. Die zweifachen Wechselwirkungen sind alle signifikant bis auf die zwischen den Standorten und Sorten; d. h. die Sorten reagieren nicht unterschiedlich auf die verschiedenen Witterungsbedingungen und Bodenverhältnisse in Raischholzhausen und Groß-Gerau. Jedoch zeigen die Standorte in beiden Jahren unterschiedliche Erträge. Auch zwischen den Saatzeiten gab es Ertragsverschiebungen in den Jahren und auf beiden Standorten.

Die Sorten weisen in beiden Jahren und in beiden Saatzeiten unterschiedliche Ertragsrelationen auf, wie aus der signifikanten dreifachen Wechselwirkung Jahre/Saatzeiten/Sorten und Standorte/Saatzeiten/Sorten zu ersehen ist. Das bedeutet, daß die Sortenreaktionen auf die Saatzeitverschiebungen in beiden Jahren und auf beiden Standorten verschieden waren. So ist es auch nicht verwunderlich, daß die vierfache Wechselwirkung Jahre/Standorte/Saatzeiten/Sorten signifikant ist.

In Tabelle 19 sind die Kornerträge in absoluter Trockenmasse der 5 Sonnenblumenvarianten zusammengestellt. Zwischen den Saatzeiten sowie Standorten ergeben sich, trotz unterschiedlicher Temperatur in der Phase Blühbeginn - Reife, keine gesicherten Ertragsunterschiede, wie auch

Tabelle 18

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten in zwei Saatzeiten, auf den Standorten Rauischholzhausen und Groß-Gerau 1968 und 1969.

F- und t-Test der Trockenmasseerträge

	F-Test		t-Test	
	F-Tabelle		GD _{5%}	GD _{0,1%}
Jahre	44,29	++	1,26	2,16
Standorte	1,23		1,26	2,16
Saatzeiten	1,44		1,26	2,16
Sorten	115,00	++	2,00	3,42
Jahre/Standorte	15,07	++	1,79	3,06
Jahre/Saatzeiten	10,27	++	1,79	3,06
Jahre/Sorten	4,93	++	2,82	4,83
Standorte/Saatzeiten	21,74	++	1,79	3,06
Standorte/Sorten	1,39		2,82	4,83
Saatzeiten/Sorten	14,07	++	2,82	4,83
Jahre/Standorte/Saatzeiten	1,26		2,52	4,32
Jahre/Standorte/Sorten	1,12		3,99	6,84
Jahre/Saatzeiten/Sorten	4,52	++	3,99	6,84
Standorte/Saatzeiten/Sorten	6,98	++	3,99	6,84
Jahre/Standorte/Saatzeiten/Sorten	3,00	+	5,64	9,66

statistisch gesichert bei

+ = P 5 %

++ = P 1 %

schon der F-Test zeigte. Die I. Saatzeit brachte einen Kornertrag von 28,3 dz/ha, dagegen die II. einen von 27,6 dz/ha, und der Standort Rauischholzhausen einen nicht signifikanten Mehrertrag von 28,3 dz/ha gegenüber Groß-Gerau mit 27,6 dz/ha. Die Jahresunterschiede waren mit 25,8 dz/ha 1968 bzw. 30,1 dz/ha 1969 jedoch statistisch gut gesichert. Auch zwischen den Sorten zeigten sich erwartungsgemäß deutliche Differenzen, indem "Hesa + N", mit Ausnahme von "Hesa", allen

Tabelle 19

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeit/
Sortenversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Körner-Trockenmasseerträge (dz/ha)

Saatzeit und Jahr	Rauschholzhausen					Groß-Gerau					Rauschholzhausen und Groß-Gerau							
	Admi- ral	Hesa + N	Hesa Vnlimk 8931	FW 436/59	M R.Holz- hausen	Admi- ral	Hesa + N	Hesa Vnlimk 8931	FW 436/59	M Groß- Gerau	Admi- ral	Hesa + N	Hesa Vnlimk 8931	FW 436/59	M			
I Mitte April 1968	23.0	35.8	33.1	29.8	15.5	27.4	26.3	27.7	29.8	30.1	20.9	27.0	24.7	31.8	31.5	30.0	18.2	27.2
II Mitte Mai	22.0	29.5	24.5	25.3	10.6	22.4	16.7	35.2	33.6	34.9	11.7	26.4	19.4	32.4	29.1	30.1	11.2	24.4
M 1968	22.5	32.6	28.8	27.5	13.0	24.9	21.5	31.5	31.7	32.5	16.3	26.7	22.0	32.1	30.3	30.0	14.7	25.8
I 1969	22.3	38.5	36.5	37.7	29.0	32.8	16.3	27.5	34.0	26.4	25.6	26.0	19.3	33.0	35.3	32.1	27.3	29.4
II	22.5	36.9	40.7	34.7	17.2	30.4	24.5	38.1	40.6	40.0	11.2	30.9	23.5	37.5	40.7	37.4	14.2	30.7
M 1969	22.4	37.7	38.6	36.2	23.1	31.6	20.4	32.8	37.3	33.2	18.4	28.4	21.4	35.3	38.0	34.7	20.8	30.1
M 1968-69	22.5	35.2	33.7	31.9	18.1	28.3	21.0	32.2	34.5	32.9	17.4	27.6	21.7	33.7	34.2	32.4	17.8	28.0
I 1968/69	22.7	37.2	34.8	33.8	22.3	30.1	21.3	27.6	31.9	28.3	23.3	26.5	22.0	32.4	33.4	31.1	22.8	28.3
II	22.3	33.3	32.6	30.0	13.9	26.4	20.6	36.7	37.1	37.5	11.5	28.7	21.5	35.0	34.9	33.8	12.7	27.6

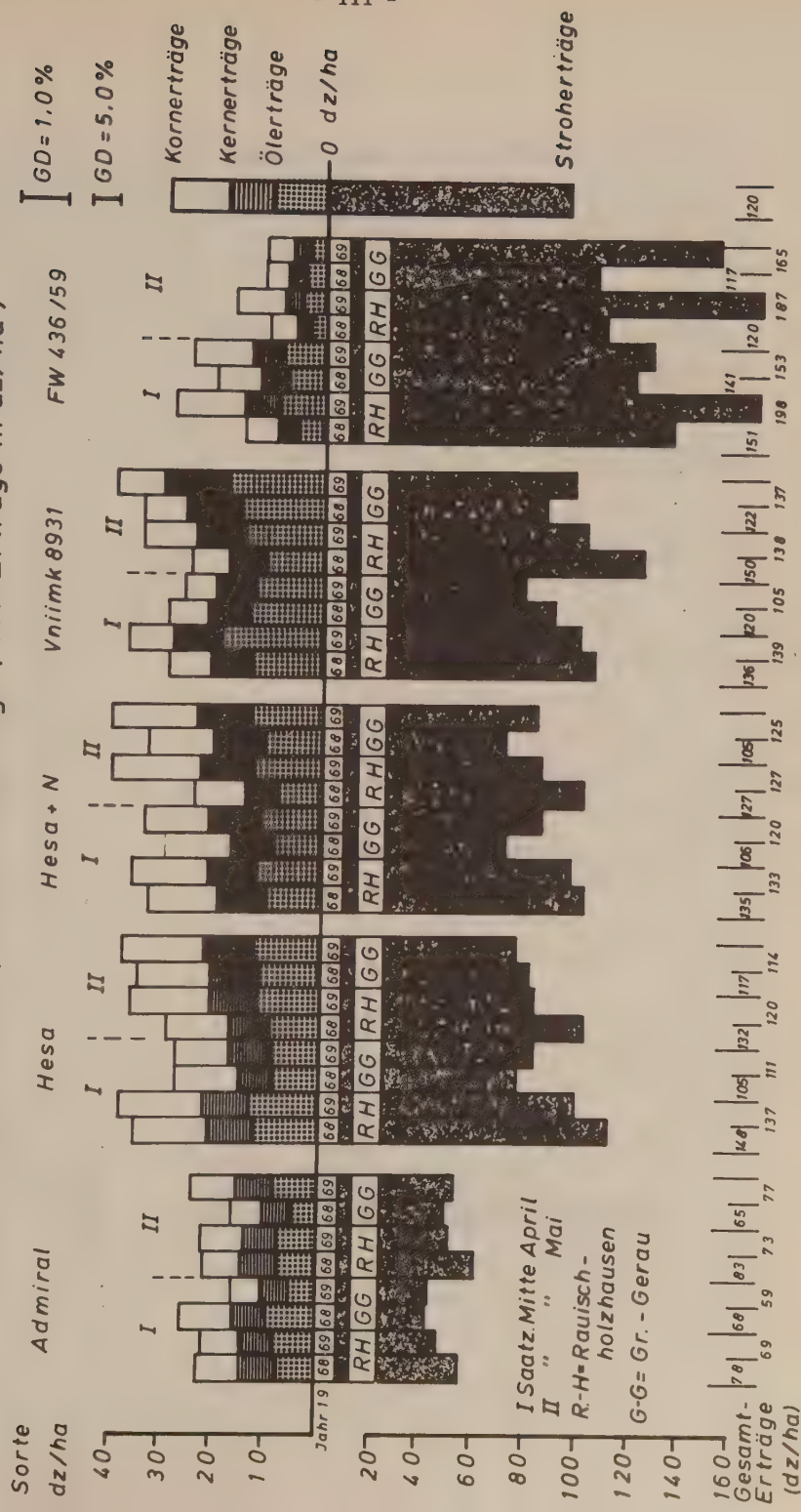
übrigen Sorten mit einem Ertrag von 34,2 dz/ha gut gesichert überlegen war. Der Futtertyp "FW 436/59" brachte mit 17,8 dz/ha im Mittel der Standorte, Saatzeiten und Sorten den geringsten Kornertrag. "Vniimk" zeigte nach "Hesa" mit 32,4 dz/ha auch eine beachtliche Kornertragsleistung.

Deutliche Wechselwirkungen ergeben sich zwischen Standorten und Saatzeiten, indem Rauischholzhausen in der I. Saatzeit im Mittel der Jahre und Standorte den höchsten Ertrag mit 30,1 dz/ha erbrachte; in Groß-Gerau wurde demgegenüber der höhere Wert von 28,7 dz/ha in der II. Saatzeit verzeichnet. Auch die Saatzeiten brachten in den Jahren unterschiedliche Ergebnisse, indem 1968 die I. Saatzeit, dagegen im zweiten Versuchsjahr die II. überlegen war.

Die Sorten reagierten in den Saatzeiten verschieden. Während "Admiral" einen fast konstanten Ertrag in beiden Saatzeiten aufwies, konnte bei "Hesa", "Hesa + N" und "Vniimk" eine geringe Zunahme von der I. zur II. Saatzeit vermerkt werden, dabei war diese Reaktion in beiden Jahren jedoch unterschiedlich (dreifache Wechselwirkung Jahre/Saatzeiten/Sorten signifikant). Die "späte" Sorte "FW 436/59" zeigte dagegen durch die stärkere Temperatur- sowie Tageslängen-Abnahme in der Zeit von Blüte bis Reife, eine deutliche Kornertrags-Abnahme von 22,8 dz/ha auf 12,7 dz/ha im Mittel der Standorte und Jahre. Die Sorten reagierten in den Jahren ebenfalls etwas verschieden, indem in dem warmen Jahr 1969 "FW 436/59" gesichert höhere Erträge als 1968 brachte. Auch die übrigen Sorten zeigten 1969 höhere Ertragsleistungen, besonders in der II. Saatzeit, während "Admiral" in der I. Saatzeit 1968 deutlich besser abschnitt als 1969. Die N-Düngung bei "Hesa" wirkte sich nur 1969 ertragssteigernd aus. Zwischen Jahren und Standorten traten ebenfalls Wechselwirkungen auf, indem 1968 Groß-Gerau die höheren Erträge aufwies, dagegen 1969 Rauischholzhausen.

Die drei- und vierfachen Wechselwirkungen lassen sich aus Abbildung 25 ablesen. "Admiral" zeigte bei später Aussaat einen Ertragszuwachs, 1968 dagegen einen Minderertrag. In der I. Saatzeit 1969 ist diese Sorte

Abb. 25 Körnerleistungsprüfungen im Saatzeit-/Sortenversuch auf den Standorten R.-Holzhausen und Gr.-Gerau 1968 u. 1969
Gesamt-, Stroh-, Korn-, Kern- u. Ölerträge (TM-Erträge in dz/ha)

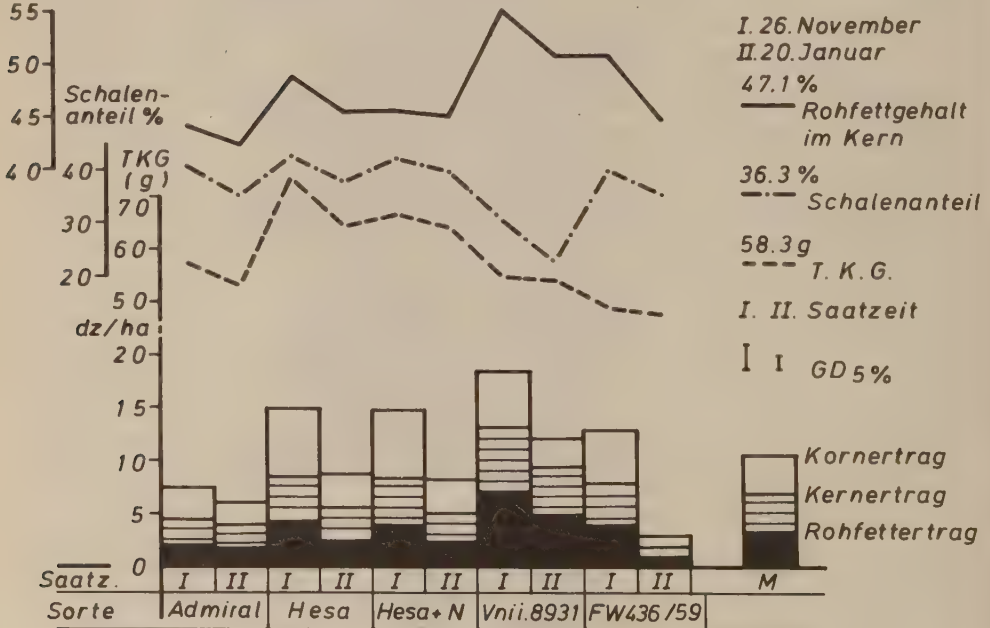


mit 19,3 dz/ha im Mittel der Standorte dem Stamm "FW 436/59" mit 27,3 dz/ha deutlich unterlegen. Dies wird besonders in Groß-Gerau durch die Wirkung von Trockenheit im Juli bis Mitte August verursacht, wobei "FW 436/59" infolge einer späteren Ausreife hiervon weniger betroffen wurde. Demnach wirken sich nur bei "FW 436/59" photoperiodische Reaktionen auf den Kornertrag aus, da die II. Saatzeit eine starke Ertragsabnahme gegenüber der I. zeigt. Diese ist auf eine verkürzte Vegetationsdauer von Blüte bis Reife im kürzeren Tag zurückzuführen. Bei allen übrigen Sorten ist diese annähernd konstant (Abb. 27).

Abb: 26 Körnerleistungsprüfung im Saatzeitversuch auf dem Standort Chimoio 1968/69

Korn-, Kern-, Rohfetterträge, sowie Rohfettgehalte im Kern, Schalenanteil und Tausend-Korn-Gewicht

Rohfett
im Kern %



Im Gegensatz zu den mitteleuropäischen Verhältnissen ergebendie Versuche in Chimoio bei deutlich höheren Temperaturen jedoch kürzeren Tageslängen geringere Kornerträge (Abb. 26). Die II. Saatzeit bringt durch die um eine Stunde gegenüber der I. Saatzeit verkürzte Photoperiode und etwas geringere Temperaturen (siehe Abb. 2) zur Phase Blühbeginn bis Reife einen im Mittel der Sorten deutlich geringeren Kornertrag von 7,5 dz/ha. Zwischen den Sorten zeigen sich erwartungsgemäß auf diesem Standort beträchtliche Unterschiede, indem die russische Sorte "Vniimk 8931" mit 15,2 dz/ha im Mittel der Saatzeiten den höchsten Ertrag brachte. "Admiral" mit 6,7 dz/ha und "FW 436/59" mit 7,7 dz/ha zeigten dagegen deutlich geringere Leistungen, während "Hesa" und "Hesa + N" eine Mittelstellung einnahmen. Die Sorten brachten in den Saatzeiten verschiedene Ertragsleistungen, wobei "Vniimk" in beiden Saatzeiten mit 18,3 und 12,0 dz/ha den höchsten Ertrag aufwies. Diese Sorte reagierte bis zur Blüte unter klimatisch kontrollierten Bedingungen bei hohen Temperaturen am geringsten auf die Photoperiode. Auch "Admiral" zeigte unter diesen Verhältnissen eine geringe Reaktion, die sich in dem um nur 19 % verringerten Ertrag in der II. Saatzeit äußert. Dagegen konnte bei der deutlich auf Kurztag reagierenden Sorte "FW 436/59" der stärkste Ertragsabfall verzeichnet werden, der zusätzlich noch durch die im April einsetzende Trockenheit beeinflusst wurde.

Die N-Steigerung bei der Sorte "Hesa" brachte auf diesem Standort keinen Ertragszuwachs.

Der Leistungszeitfaktor der Kornerträge für die Zeit vom Beginn der Blüte zur Ernte wird hier nicht wiedergegeben, da er die gleichen Tendenzen wie die Kornerträge zeigt. Das liegt daran, daß sich die Vegetationszeit, wie auch Abbildung 27 zeigt, nicht wesentlich ändert.

In Abbildung 25 sind neben den Kornerträgen auch die Stroh-Erträge in dz/ha TM dargestellt. Diese entsprechen den Futterleistungs-Erträgen bei Blühbeginn besonders in der II. Saatzeit (vergleiche mit Abb. 15 - 17). In der I. Saatzeit liegen die Stroherträge über den Futtererträgen bei Blühbeginn, jedoch werden bei Ernte zur Vollblüte in den Futterprüfungen höhere Trockenmasse-Erträge erzielt. Hier zeigt sich

im wesentlichen die Wechselwirkung zwischen Standraum und Wasserversorgung.

Den höchsten Strohertrag brachte "FW 436/59" mit 169,5 dz/ha 1969 in Rauischholzhausen, den geringsten dagegen wie auch bei den Futterleistungen "Admiral". Aus dem Stroh kann Zellulose und Papier sowie Textilfaser (JAYME, HINDENBURG u. HARDERS-STEINHÄUSER 1948) gewonnen werden. Da der Rohfasergehalt hoch ist bzw. die Stengel stark verholzt sind, kann das Sonnenblumenstroh als Holzersatz dienen, wobei nach HACKBARTH (1940) und SIEGERT (1953) von der Flächeneinheit genau so viel Zellulose wie vom jährlichen Zuwachs eines Kiefernwaldes zu erwarten ist.

Zwischen den Stroh- und Korn-Erträgen bestehen keine eindeutigen Beziehungen. Während 1968 die Kornerträge in GroßGerau höher waren als in Rauischholzhausen, wurden auf dem Standort Rauischholzhausen in beiden Jahren die höheren Stroherträge erzielt. Auf diesem Standort waren 1969 die Kornerträge deutlich höher als im Vorjahr, die Stroherträge im Mittel jedoch gleich. Dies deutet an, daß für die Stroh- und Korn-ertragsbildung verschiedene Umweltfaktoren verantwortlich sind. Die Stroherträge werden vorwiegend bis zur Blüte gebildet, während die Kornerträge besonders durch Umweltbedingungen nach der Blüte beeinflusst werden.

Die deutlichsten Unterschiede ergeben sich zwischen den Sorten, bei denen sehr unterschiedliche Korn-Strohverhältnisse festzustellen sind. "Admiral" weist mit 1 : 2,30 das günstigste Korn-Strohverhältnis auf, während der Futtertyp "FW 436/59" mit 1 : 7,65 für eine Kornleistung wesentlich ungünstiger liegt. "Vniimk" nimmt mit 1 : 3,05 eine Mittelstellung ein.

Daß durch, daß die Korn- und Stroh-Erträge eine gewisse gegenläufige Tendenz in den Saatzeiten aufweisen, ergibt sich zwischen diesen im Gesamt-Ertrag keine signifikante Abweichung vom Gesamtmittelwert = 120 dz/ha. Im Mittel wurden 1969 mit 124 dz/ha etwas höhere Gesamt-Erträge als 1968 mit 116 dz/ha erreicht. Mit 154 dz/ha zeigt

"FW 436/59" infolge seines hohen Strohertrages die höchsten Werte im Mittel der Saatzeiten, Standorte und Jahre, dagegen "Admiral" mit 72 dz/ha die niedrigsten. "Hesa" und "Hesa + N" haben mit 123 bzw. 122 dz/ha annähernd gleiche Gesamt-Erträge, während "Vniimk" mit 131 dz/ha schwach überlegen ist.

Die Wechselwirkungen zwischen den Sorten, Saatzeiten, Standorten und Jahren sind der Abbildung 25 zu entnehmen. Während die Sorten im allgemeinen von der I. zur II. Aussaat eine Abnahme des Gesamtertrages zeigten, konnte bei "Vniimk 8931" und "Admiral" in beiden Jahren ein leichter Ertragsanstieg verzeichnet werden. Dies dürfte auf ihre geringere Reaktion auf die Kurztagbedingungen zurückzuführen sein. Die Zunahme der Gesamterträge in der Mai-Aussaat 1969 in Groß-Gerau dürfte auf den höheren Temperaturen bei einer ausreichenden Wasserversorgung beruhen, während sich in Rauischholzhausen Trockenheit in dieser Zeit ungünstig auf die Stroherträge auswirkte.

In Abbildung 25 sind neben den Kornerträgen auch die Rohfetterträge dargestellt. Daraus geht hervor, daß der Rohfettertrag sehr stark vom Kornertrag bestimmt wird, da in den Jahren, Saatzeiten sowie Standorten ähnliche Tendenzen bestehen. Mit 10,7 dz/ha in der I. Saatzeit und 10,1 dz/ha in der II., sowie gleichen Erträgen von 10,4 bzw. 10,3 dz/ha auf den Standorten, zeigen sich keine signifikanten Fettertragsunterschiede. Wie bei den Erträgen ist eine Rohfettertragszunahme von 9,6 dz/ha im kühleren Jahr 1968 auf 11,2 dz/ha 1969 festzustellen. Zwischen den Sorten bestehen jedoch deutliche Abweichungen. Während bei den Kornerträgen "Hesa + N" die höchsten Werte aufweist, erbringt die russische Sorte "Vniimk" infolge eines hohen Fettgehaltes eine deutliche Überlegenheit mit 15,4 dz/ha Fettertrag im Mittel der Jahre, Standorte und Saatzeiten. Dagegen zeigt "FW 436/59" nur einen Fettertrag von 5,7 dz/ha, und "Admiral" von 7,8 dz/ha. Durch die N-Steigerung konnte keine merkliche Verbesserung des Fettertrages bei "Hesa" erzielt werden.

Der niedrigste Fettgehalt in den Früchten (siehe Tab. 20) wurde bei

Tabelle 20

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeit/
Sortenversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Fettgehalt der Früchte (Achaene)

Saatzeit und Jahre	Rauschholzhausen					Groß-Gerau					Rauschholzhausen und Groß-Gerau						
	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vnlimk	FW 436/59 R.Holz- hausen	M	Admi- Hesa	Hesa + N	Vnlimk	FW 436/59 Groß- Gerau	M	Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vnlimk	FW 436/59	
1968																	
I	34.4	34.6	33.4	47.1	33.4	36.6	36.8	32.4	32.8	47.3	36.0	37.1	35.6	33.5	33.1	47.2	34.7
II	35.0	32.6	35.8	46.0	28.4	35.6	35.2	34.5	34.4	46.6	35.5	37.2	35.1	33.6	35.1	46.3	32.0
M 1968	34.7	33.6	34.6	46.6	30.7	36.1	36.0	33.5	33.6	47.0	35.8	37.2	35.4	33.6	34.1	46.8	33.3
1969																	
I	37.8	34.6	34.5	51.9	30.6	37.9	34.7	34.7	35.5	49.6	33.2	37.5	36.3	34.7	35.0	50.8	31.9
II	35.7	33.0	33.4	43.8	25.1	34.2	36.1	33.1	33.2	47.2	31.4	36.2	35.9	33.1	33.3	45.5	28.3
M 1969	36.8	33.8	34.0	47.9	27.8	36.1	35.4	33.9	34.4	48.4	32.3	36.9	36.1	33.9	34.2	48.2	30.1
M 1968-69	35.7	33.7	34.3	47.2	29.4	36.1	35.7	33.7	34.0	47.7	34.0	37.0	35.7	33.7	34.1	47.5	31.7
1968/69																	
M I	36.1	34.6	34.0	49.5	32.0	37.2	35.8	33.6	34.2	48.5	34.6	37.3	36.0	34.1	34.1	49.0	33.3
M II	35.4	32.8	34.6	44.9	26.7	34.9	35.7	33.8	33.8	46.9	33.4	36.7	35.5	33.3	34.2	45.9	30.0

"FW 436/59" mit 31,7 % ermittelt, während "Vniimk 8931" mit 47,5 % im Mittel der Saatzeiten, Jahre und Sorten sehr hohe Gehalte aufwies.

Auf die Fettgehalte wirken sich die Jahre nicht und die Standorte nur schwach aus; im Mittel der Jahre, Saatzeiten und Sorten hatte der kühlere Standort Rauischholzhausen mit 36,1 % etwas geringere Werte als Groß-Gerau mit 37,0 %. Die Saatzeiten zeigten dagegen eine deutlichere Wirkung, da die Abnahme der mittleren Temperatur in der Phase von Blühbeginn zur Reife eine Verminderung des Fettgehaltes von 37,3 auf 35,8 % im Mittel ergab. Besonders deutlich trat dies 1969 in Rauischholzhausen zutage. Während die Sorten "Admiral" und "Hesa" eine geringe Abnahme des Rohfettgehaltes von der I. zur II. Saatzeit zeigten, war sie bei den mittelspäten und "späten" Sorten "Vniimk" und "FW 436/59" deutlicher. Dies läßt sich mit einer stärkeren Abnahme der mittleren Tagestemperatur von Blühbeginn bis Ernte (Reife) infolge der verlängerten Vegetationszeit erklären. Gleichzeitig verkürzt sich hier auch die Tageslänge. Daß kürzere Tage eine Verminderung des Fettgehaltes zur Folge haben, bestätigt sich durch die Versuche in Chimoio, wo im Mittel der Saatzeiten und Sorten ein Gehalt von 31,2 % Rohfett festgestellt wurde. Dabei war bei den Sorten "Admiral" und "Vniimk", die am geringsten im Kornertrag auf die Tageslängenverkürzung reagierten (siehe Abb. 26), der stärkste Abfall von annähernd 9 % im Rohfettgehalt gegenüber den Mittelwerten der deutschen Standorte zu verzeichnen. Bei der deutlicher auf Kurztag reagierenden Sorte "FW 436/59" nahm er dagegen nur um 1,6 % ab. So erklärt sich der gleiche Fettertrag von 3,9 dz/ha bei "FW 436/59" und "Hesa" in der I. Saatzeit, während der Kornertrag von "Hesa" höher war (siehe Abb. 26). Obwohl bei "Vniimk 8931" der Fettgehalt im kürzeren Tag am stärksten abnahm, war er den übrigen Sorten mit 38,6 % noch deutlich überlegen. So lagen in Chimoio die Fetterträge von "Vniimk" mit 7,0 bzw. 4,7 dz/ha in beiden Saatzeiten an der Spitze.

Die Fettgehalte der Früchte (Achaene) werden sowohl durch den Fettgehalt der Kerne als auch den Schalenanteil bestimmt. Letzterer wurde an je zweimal 5 g lufttrockener Früchte ermittelt.

Tabelle 21

Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten. Mittel aus zwei Saatzeiten.

Schalenanteil und Rohfettgehalt der Kerne

Sorten	Schalenanteil (%)				Rohfettgehalt der Kerne (%)							
	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	Chimoio	1968	1969	R. Holz.	G. Gerau	M	Chimoio
Admiral	37	36	36	37	37	38	55,1	57,0	56,7	55,5	56,1	43,2
Commander o	45	40	40	44	42	43	56,0	58,3	57,4	56,9	57,2	43,5
Jupiter	-	33	-	-	-	37	-	59,2	-	-	-	44,8
Borowski	36	39	39	37	38	41	58,7	57,2	58,5	57,4	58,0	45,1
v. Boguslawski's frühe	40	39	39	39	39	44	59,4	56,9	59,9	56,4	58,2	46,7
Hesa	40	41	39	43	41	40	59,2	57,7	59,9	57,0	58,5	47,1
Hesa + N	41	41	41	41	41	40	58,7	58,7	57,1	60,3	58,7	45,1
Sobrid	37	39	38	39	38	40	60,7	58,7	60,7	58,7	59,7	50,2
Spanner's Allzweck	40	40	41	39	40	39	60,0	56,6	59,0	57,6	58,3	50,7
Vniimk 8931	27	25	27	26	26	26	63,1	62,6	62,2	63,0	62,8	52,7
Record	24	30	26	28	27	22	63,8	59,7	61,8	61,8	61,8	52,3
Iregi	38	42	42	38	40	38	60,1	58,4	59,7	58,7	59,2	48,8
Kiswardai	41	40	41	41	41	39	62,2	60,2	60,4	62,0	61,2	50,4
Giganta	48	48	48	47	48	43	54,1	56,7	55,8	55,0	55,4	43,4
FW 436/59 o	41	41	43	40	41	37	55,7	58,4	56,5	57,7	57,1	47,6
Kort Russ	-	56	-	-	-	49	-	55,0	-	-	-	47,1
M (aus 14 Varianten)	38	39	39	38	39	38	59,1	58,4	59,0	58,4	58,7	47,7

o nicht im Mittel berücksichtigt

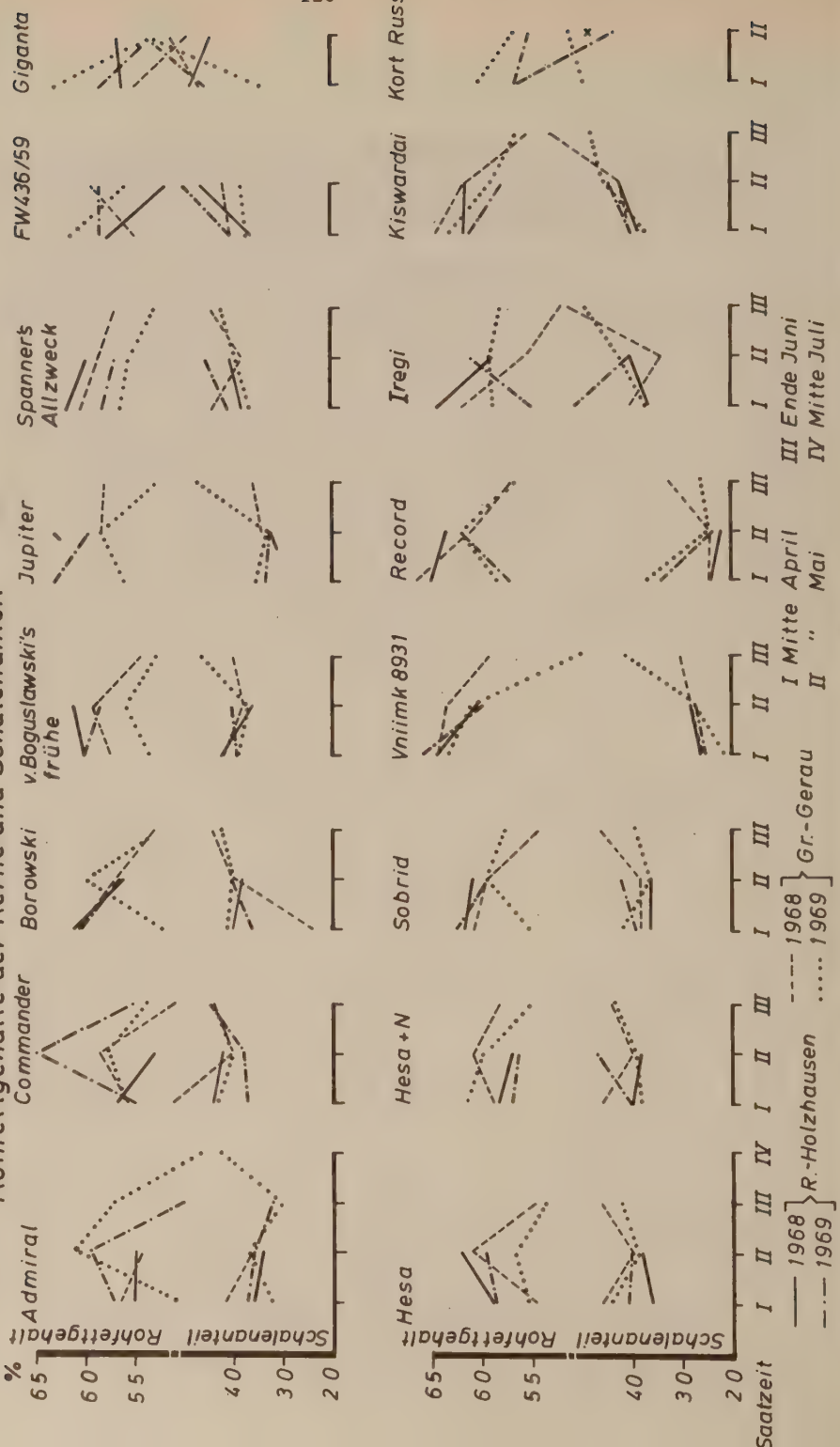
In Tabelle 21 werden die aus Saatzeiten I. und II. festgestellten Werte für den Schalenanteil und der Rohfettgehalt der Kerne für 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten zusammengestellt.

Im Mittel der Jahre sowie Standorte sind keine deutlichen Unterschiede zwischen den Schalenanteilen festzustellen. Sogar Chimoio zeigt im Mittel mit 38 % keine Abweichungen von den unter mitteleuropäischen Bedingungen gefundenen Werten. Dies bestätigt die Untersuchungen von TREPAČEV (1956), POSPELOWA (1959) und PINTHUS (1963), die bei diesem Merkmal die geringsten Umweltmodifikationen fanden. Auch HABURA (1958) und SCHUSTER (1964) kamen zu ähnlichen Ergebnissen, indem sie eine größere Heritabilität für den Kernanteil errechneten. Aus Tabelle 21 geht ebenfalls eine deutliche Sortenabhängigkeit des Schalenanteils hervor. Dabei haben im Mittel die Sorten "Vniimk" und "Record" mit 26 bzw. 27 % die geringsten, dagegen "Giganta" mit 48 % und "Kort Russ" 1969 mit 56 % die höchsten Schalenanteile. Die übrigen Sorten zeigen Werte, die zwischen 37 und 42 % schwanken.

Während die meisten Sorten sehr geringe Unterschiede zwischen den Jahren aufweisen, wurden durch Wechselwirkungen bei "Borowski", "Iregi" und besonders "Record" 1969 ein höherer Anteil als im Vorjahr gemessen, dagegen bei "Commander" ein geringerer. Auch in Rauischholzhausen war dies bei den Sorten "Commander" und "Hesa" gegenüber Groß-Gerau zu verzeichnen, während umgekehrt "Iregi" hier eine Zunahme aufwies. In Abbildung 27 sind die Einzelwerte des Schalenanteiles sowie Fettgehaltes von 16 Sonnenblumenvarianten für alle geernteten Saatzeiten aus beiden Jahren und Standorten dargestellt. Während von der II. zur III. Saatzeit die meisten Sorten eine leichte Zunahme der Schalenanteile zeigen, ist bei "Admiral" eine Abnahme gegeben.

Es zeigt sich hier jedoch eine gewisse gegenläufige Tendenz zwischen Schalenanteil und Rohfettgehalt der Kerne und damit eine verstärkte Abnahme des Fettgehaltes in der Achaene (siehe Tab. 21). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch PUTT (1943) und SCHUSTER (1956, 1964), während RUSSEL (1953) und SCHULZE (1960) teilweise eine Zunahme des Fettgehaltes im Kern bei gleichzeitiger Zunahme des Schalenanteils fest-

Abb. 27 Saatzeit/Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw.-varianten
Rohfettgehalte der Kerne und Schalenanteil



stellten.

In den Fettgehalten zeigen sich ebenfalls keine deutlichen Schwankungen zwischen den Jahren und Standorten. Deutliche Unterschiede treten dagegen zwischen den Sorten zutage. Im Mittel ergeben die osteuropäischen Sorten "Vniimk", "Record" und "Kiswardai" mit jeweils 62,8 %, 61,8 und 61,2 % den höchsten Fettgehalt, demgegenüber weisen die kanadischen Sorten "Admiral" und "Commander" sowie der Futtertyp "FW 436/59" mit 56,1 %, 57,2 % und 57,1 % die niedrigsten Werte auf. Wechselwirkungen zeigen sich, indem gegenüber dem allgemeinen Trend 1969 bei "Commander", "Giganta" und "FW 436/59" deutliche Zunahmen gegenüber 1968 ermittelt werden, dagegen bei "Spanner's Allzweck" und "Record" Abnahmen zu vermerken sind. Auch auf den Standorten traten Wechselwirkungen zutage, da "Hesa + N", die im Mittel annähernd gleiche Gehalte wie "Hesa" brachte, in Rauischholzhausen dieser unterlegen, jedoch in Groß-Gerau überlegen war. Auch in Chimoio hatte die höhere N-Düngung mit 45,1 % einen deutlich niedrigeren Rohfettgehalt als "Hesa" mit 47,1 %.

Auch Saatzeiten beeinflussen den Fettgehalt, so daß im Mittel der 14 Sorten von der April- zur Mai-Aussaat ein leichter Abfall von 59,0 auf 58,4 zu verzeichnen ist, wie auch schon beim Gesamt-Fettgehalt (Tab. 20) gezeigt werden konnte. Deutlicher tritt dieser noch in den späteren Saatzeiten zutage, wo alle Sorten einen Abfall aufweisen (Abb. 27). Die frühen bis mittel-frühen Sorten zeigen im Gegensatz zum allgemeinen Trend eine leichte Fettgehaltszunahme von der I. zur II. Saatzeit, was vorwiegend auf einer Verlängerung der Vegetationszeit von der Blüte zur Reife beruht (Abb. 28). Die Abnahme in den späteren Saatzeiten basiert auf einer Abnahme der Vegetationszeit von der Blüte bis Reife, die durch die Abnahme der Tageslänge bedingt ist. Die Temperatur dürfte in geringerem Maße auf den Fettgehalt wirken, was sich auch durch die stark verminderten Ölgehalte des Standortes Chimoio bestätigt (Tab. 21). Dieser weist mit 47,7 % wesentlich niedrigere Fettgehalte als die mitteleuropäischen Standorte auf. Die Abstufung der Sorten in Chimoio war in etwa die gleiche wie in Mitteleuropa. Die geringste Abnahme zeigten mit

50,7 % und 50,5 sowie 47,6 % die Sorten "Spanner's Allzweck", "Sobrid" und "FW 436/59". Auch KINMAN u. EARLE (1964) fanden in Manitoba (Kanada) deutlich höhere Fettgehalte als in Texas. NICOLIC u. VREBALOV (1965) erklärten Unterschiede im Fettgehalt zwischen Rußland und Jugoslawien ebenfalls durch unterschiedliche Vegetationszeiten. So wirkt sich indirekt durch Verkürzung der Vegetationszeit von Blüte zur Reife eine Kurztagreaktion negativ auf den Fettgehalt aus.

Die Vegetationszeit sowie Temperatursummen von Blüte zur Ernte der 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten sind in Abbildung 28 dargestellt. Es zeigt sich bei den frühen und mittelfrühen Sorten von der I. zur II. Saatzeit eine leichte Verzögerung der Blüh- und Reifezeit. Bei den übrigen Sorten wie auch bei den frühen bis mittelfrühen nimmt die Zeit von Blühbeginn bis Ernte von der II. Saatzeit an ab. Gleichzeitig ergibt sich in dieser Entwicklungsphase eine deutliche Kurztagreaktion aller Sorten. Dies wird durch die Temperatursummen bestätigt, die außer bei "Admiral" von der I. zur IV. Saatzeit noch deutlicher abnehmen als die Vegetationstage. Die frühe Sorte "Admiral" zeigt zwischen der I. und II. Saatzeit kaum photoperiodische Einflüsse, wie auch die gleichbleibenden Temperatursummen bestätigen.

Im Folgenden sollen einige ertragsbestimmende Eigenschaften näher betrachtet werden.

Der Kornertrag wird sowohl durch die Anzahl der Körner pro Korb als auch durch das Tausend-Korn-Gewicht sowie die Zahl der Körbe pro Flächeneinheit bestimmt. Letzterer ist durch den Standraum vorgegeben (POSPELOWA 1959).

Die Anzahl der Früchte pro Korb ist in Tabelle 22 wiedergegeben. Es zeigen sich deutliche Parallelen zum Kornertrag (Tab. 19). In Rauschholzhausen wurden gegenüber dem Standort Groß-Gerau höhere Werte gefunden. Auch 1969 brachte mit 728 gegenüber 1968 mit 679 eine größere Kornzahl pro Korb. Zwischen den Saatzeiten ergeben sich, wie auch beim Ertrag, kaum Abweichungen vom Mittelwert 704. Jedoch zeigen die Sorten keine direkte Übereinstimmung zwischen der Kornzahl pro Korb und

Abb. 28 Saatzeit / Standortversuch mit 16 Sonnenblumensorten bzw. -varianten

Vegetationstage und Temperatursummen vom Blühbeginn zur Ernte



Tabelle 22

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeit/
Sortenversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Anzahl der Früchte pro Korb

Saatzeit und Jahr	Rauschholzhausen						Groß-Gerau						Rauschholzhausen und Groß-Gerau					
	Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vniink 8931	FW 436/59 R. Holz.	M	Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vniink 8931	FW 436/59 G. Gerau	M	Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vniink 8931	FW 436/59	M
I Mitte April 1968	603	826	768	870	521	718	543	629	659	933	575	668	573	728	714	902	548	693
II Mitte Mai	607	636	631	785	332	598	439	854	796	1132	424	729	523	745	714	959	378	664
M 1968	605	731	700	828	427	658	491	742	728	1033	500	699	548	737	714	931	463	679
I 1969	547	836	811	987	842	805	442	605	736	715	730	646	495	721	774	851	786	725
II	596	805	930	990	522	769	596	758	809	1002	295	692	596	782	870	996	409	731
M 1969	572	821	871	989	682	787	519	682	773	859	513	669	546	752	822	924	598	728
M 1968-69	589	776	786	909	555	723	505	712	751	946	507	684	547	744	768	928	531	704
M I 69-89	575	831	790	929	682	761	493	617	698	824	653	657	534	724	744	877	667	709
M II	602	721	781	888	428	684	518	806	803	1067	360	711	560	764	792	978	394	698

dem Kornertrag pro Fläche. "Hesa + N", die Variante mit dem höchsten Kornertrag nimmt mit 768 Körnern pro Korb eine Mittelstellung ein und übertrifft die Variante "Hesa", was besonders 1969 in Erscheinung tritt. "Vniimk 8931" hält mit 924 Körnern die Spitze, dagegen hat "FW 436/59" mit 531 die geringste Kornzahl. "Admiral" liegt mit 547 Körnern nur wenig darüber und in der I. Saatzeit mit 534 im Mittel der Standorte und Jahre sogar etwas niedriger. Die hohe Kornzahl pro Korb bei "Vniimk" ergibt sich besonders in der II. Saatzeit in Groß-Gerau, wodurch eine gewisse Anpassung an wärmere und trocknere Bedingungen in Erscheinung tritt. Dagegen zeigt "FW 436/59" in der II. Saatzeit den größten Abfall und auch allgemein die größten Schwankungen. Sie weist 1969 in der I. Saatzeit in Rauischholzhausen mit 842 relativ hohe Werte auf, in Groß-Gerau ist sie in der gleichen Saatzeit mit 730 Körnern sogar "Vniimk" überlegen, dagegen bringt sie auf diesem Standort in der II. Saatzeit des gleichen Jahres nur noch 295 Körner pro Korb. Diese starken Wechselwirkungen zwischen den Sorten und den unterschiedlichen Anbaubedingungen (Saatzeit/Jahre/Sorten) sind im Kornertrag nicht festzustellen.

Ähnliche Beziehungen wie zwischen Wuchshöhe und Futterleistung sollten zwischen Kornertrag und Korbgröße bzw. mit vollen Körnern besetzte Korbfläche (Tab. 23) bestehen. Der Standort Rauischholzhausen hatte, wohl durch die verlängerte Vegetationszeit in der Phase Blühbeginn bis Reife, mit 231 cm^2 eine größere Korbfläche als Groß-Gerau mit 192 cm^2 . Darin zeigt sich eine gewisse Parallelität zu den Wuchshöhen (vgl. Tab. 9). Die verminderte Korbfläche im zweiten Versuchsjahr auf 202 cm^2 sowie die Übereinstimmung in den Saatzeiten kann durch die Länge der Phase Blühbeginn bis Ernte erklärt werden.

Geringe Unterschiede ergeben sich zwischen den Sorten "Hesa" und "Vniimk" mit 223 und 238 cm^2 , sowie "Admiral" und "FW 436/59" mit jeweils 177 bzw. 181 cm^2 . Die N-Steigerung bei "Hesa" verursacht fast immer eine Vergrößerung der Korbfläche, ganz besonders in Groß-Gerau.

Deutlich treten Wechselwirkungen zutage zwischen den Sorten und Saatzeiten, sowie Sorten und Standorten. Dadurch ergibt sich in Rauischholz-

Tabelle 23

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeit/
Sortenversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Mittel der mit vollen Körnern besetzten Korbfläche (cm²)

Saatzeit und Jahr		M-R. Holz.	M-G. Gerau	Rauschholzhausen und Groß-Gerau					M
				Admi- ral	Hesa	Hesa + N	Vniimk 8931	FW 436/59	
1968	I	249	206	192	242	257	249	200	228
	II	231	203	203	230	245	268	141	217
	M-R. Holz.	240		181	276	276	272	198	
	M-G. Gerau		205	214	196	226	245	143	
	M 1968			197	236	251	258	171	223
1969	I	213	179	152	209	225	192	204	196
	II	232	181	164	212	238	242	178	207
	M-R. Holz.	223		164	227	252	260	211	
	M-G. Gerau		180	151	193	211	174	170	
	M 1969			158	210	232	217	191	202
M 1968-69		231	192	177	223	241	238	181	212
1968-69	I	231	193	172	226	241	221	202	212
	II	232	192	183	221	242	225	160	212
	M-R. Holz.			172	251	263	266	205	
	M-G. Gerau			182	195	219	210	156	

hausen bei "Admiral" im Gegensatz zu den anderen Sorten, mit 172 cm² gegenüber Groß-Gerau mit 182 cm² eine geringere Korbfläche, was besonders 1968 in Erscheinung trat. Durch die stärkere Kurztag-Reaktion und Spätreife zeigt "FW 436/59" einen starken Abfall von der I. zur II. Saatzeit, 1968 deutlicher als 1969.

Im Tausend-Korn-Gewicht tritt eine etwas deutlichere Temperaturwirkung zutage, indem, wie Tabelle 24 andeutet, der wärmere Standort Groß-Gerau und das Jahr 1969 mit 68 bzw. 67 g jeweils die höheren Gewichte brachten, wie es sich auch in den Saatzeiten zeigt.

Der gesicherte Minderertrag bei "Vniimk" gegenüber "Hesa + N" trotz erhöhter Kornzahl je Korb (siehe Tab. 19) läßt sich an Hand des TKG, das bei dieser Sorte mit 58 g deutlich unter dem Mittel liegt, erklären. "Admiral" mit einem deutlich höheren TKG (66 g) bringt gegenüber "Vniimk 8931" geringere Kornerträge, was hier durch die geringere Korbfläche (siehe Tab. 23) bedingt ist. "FW 436/59" hat mit 56 g das geringste TKG und auch den niedrigsten Kornertrag.

Die Stickstoffsteigerung ergibt keine gesicherten Abweichungen im TKG der Sorte "Hesa".

Wechselwirkungen zeigen sich zwischen Saatzeiten und Sorten. Während bei "Hesa" und "Vniimk" zwischen der I. und II. Saatzeit keine deutlichen Veränderungen im TKG festzustellen sind, ergibt sich bei "Admiral" und "FW 436/59" ein Abfall zur II. Saatzeit. Dies tritt besonders 1968 und in Rauischholzhausen in Erscheinung, während 1969 in Groß-Gerau durch die wärmeren Bedingungen bei ausreichender Wasserversorgung alle Sorten eine Zunahme des TKG von der I. zur II. Saatzeit aufweisen.

Chimoio, mit den trockneren Witterungsverhältnissen sowie deutlich kürzeren Tageslängen, weist erheblich niedrigere TKG auf. Im Mittel der 5 Varianten und zwei Saatzeiten betrug das TKG 58 g. Im Vergleich zu Mitteleuropa nahm "Vniimk" in Chimoio von 61 auf 54 g im Mittel der Saatzeiten am wenigsten ab, dagegen fielen die TKG von "Hesa + N" von 74 auf 65 g stärker.

Tabelle 24

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeit/
Sortenversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Tausend-Korn-Gewicht (g)

Saatzeit und Jahr	Rauschholzhausen						Groß-Gerau						Rauschholzhausen und Groß-Gerau					
	Admi- ral	Hesa	+ N	Vnlimk	FW 436/59	M R. Holz.	Admi- ral	Hesa	+ N	Vnlimk	FW 436/59	M G. Gerau	Admi- ral	Hesa	+ N	Vnlimk	FW 436/59	M
I Mitte April 1968	64	73	72	57	58	65	79	72	74	52	60	67	72	73	73	55	59	66
II Mitte Mai	60	77	68	55	52	62	66	67	69	50	46	60	63	72	69	53	49	61
M 1968	62	75	70	56	55	64	73	70	72	51	53	64	68	73	71	54	54	64
I 1969	67	77	74	62	57	67	61	74	75	60	57	65	64	75	75	61	57	66
II	61	74	71	58	54	64	67	81	82	64	63	71	64	78	77	61	59	68
M 1969	64	76	73	60	55	66	64	78	78	62	60	68	64	77	76	61	58	67
M 1968-69	63	75	71	58	55	65	68	74	75	57	57	66	66	75	74	58	56	66
M I 1968/69	66	75	73	60	58	66	70	73	74	56	59	66	68	74	74	58	58	66
M II	61	76	70	57	53	63	67	74	76	57	55	66	64	75	73	57	54	65
I Chimolo 1968/69	Chimolo																	
	57 73 66 55 49 60																	
II	53 64 64 54 47 56																	
M	55 69 65 54 48 58																	

Tabelle 25

Körnerleistungen mit 5 Sonnenblumensorten bzw. -varianten im Saatzeit/
Sortenversuch auf den Standorten Rauschholzhausen und Groß-Gerau
1968 und 1969

Mittel der Körner je cm² der mit vollen Körnern besetzten Korbfläche

Saatzeit		M - R. Holzh.	M - G. Gerau	Rauschholzhausen und Groß-Gerau					
				Admi- ral	Hesa + N	Hesa + N	Vniimk 8931	FW 436/59	M
1968	I	3,01	3,25	3,00	3,02	2,79	3,93	2,93	3,13
	II	2,62	3,58	2,71	3,45	2,99	3,65	2,72	3,10
M-R. Holzh.		2,82		3,36	2,65	2,54	3,37	2,17	
M-G. Gerau			3,42	2,34	3,82	3,24	4,21	3,48	
M 1968				2,85	3,24	2,89	3,79	2,83	3,12
1969	I	3,76	3,63	3,26	3,43	3,44	4,45	3,88	3,69
	II	3,30	3,75	3,64	3,74	3,70	4,31	2,26	3,53
M-R. Holzh.		3,53		3,48	3,63	3,47	3,86	3,20	
M-G. Gerau			3,69	3,42	3,54	3,67	4,90	2,94	
M 1969				3,45	3,59	3,57	4,38	3,07	3,61
M 1968-69		3,17	3,55	3,15	3,41	3,23	4,08	2,95	3,36
1968-69	I	3,38	3,44	3,13	3,23	3,11	4,19	3,40	3,41
	II	2,96	3,67	3,17	3,60	3,35	3,98	2,49	3,32
M-R. Holzh.				3,42	3,14	3,00	3,61	2,68	
M-G. Gerau				2,88	3,68	3,45	4,55	3,21	

Das TKG wird sicher nicht nur durch Umweltfaktoren allein, sondern auch durch Wechselbeziehungen zwischen Korbgröße und Kornzahl pro Korb bestimmt. Aus diesen beiden Faktoren läßt sich die Zahl der Körner pro Flächeneinheit ermitteln, die in Tabelle 25 für 5 Sonnenblumenvarianten zusammengestellt sind. Es ergibt sich jedoch keine deutliche Beziehung zwischen diesen Werten und dem TKG, dagegen eine stärkere zum Kornertrag. Mit der Erhöhung der Körnerzahl je cm^2 Korbfläche zeigt sich 1969 ein gesicherter Kornertragszuwachs gegenüber 1968. Dies spiegelt sich auch etwas in den Saatzeiten wieder, dagegen nicht auf den Standorten, wo Groß-Gerau durch die stark verringerte Korbfläche bei annähernd gleichbleibender Kornzahl einen etwas stärkeren Besatz aufweist.

Mit Ausnahme von "Vniimk" treten zwischen den Sorten keine großen Unterschiede im Besatz im Mittel der Standorte, Jahre und Saatzeiten auf. "Vniimk 8931" weist mit 4,08 einen deutlich höheren Besatz auf, dagegen hat "FW 436/59" bei geringerem TKG (Tab. 24) und niedriger Kornzahl (Tab. 23) die niedrigste Kornzahl/ cm^2 , d.h. einen lockeren Kornbesatz.

Wechselwirkungen zeigen sich wiederum, indem in Rauischholzhausen von der I. zur II. Saatzeit eine Abnahme der Werte von 3,38 auf 2,96 Körner pro cm^2 eintrat, dagegen in Groß-Gerau eine Zunahme von 3,44 auf 3,67 Körner/ cm^2 zu verzeichnen ist. Während die Sorten im allgemeinen eine leichte Zunahme des Besatzes von der I. zur II. Saatzeit erkennen lassen, ergibt sich bei "Vniimk" eine schwache und bei "FW 436/59" eine deutliche Abnahme. Das deutet darauf hin, daß der Kornertrag deutlicher durch die reduzierte Kornzahl als die Abnahme der Korbflächen in der späteren Saatzeit bedingt wird. Der Stamm "FW 436/59" weist im Gegensatz zu 1968 und den übrigen Sorten 1969 in Groß-Gerau mit 2,94 Körnern/ cm^2 im Mittel der Saatzeiten einen geringeren Besatz als in Rauischholzhausen mit 3,20 auf.

Die Beziehungen zwischen den Merkmalen geben die multiplen Korrelationskoeffiziente der Tabelle 26 zusammenfassend wieder. Sie errechnen sich aus den Werten von zwei Saatzeiten, zwei Standorten, zwei Jahren

und fünf Sorten bzw. Varianten (= 40 Werte).

Die höchste Korrelation ergab sich erwartungsgemäß zwischen Gesamtertrag und Strohertrag ($r = 0,964$), da der Kornertrag einen geringeren Anteil am Gesamtertrag ausmacht. Wie bei den Futterleistungen zeigt sich auch wieder die starke positive Beziehung zwischen Strohertrag und Wuchshöhe ($r = 0,903$) sowie Vegetationstagen zur Ernte ($r = 0,872$). Dadurch ergibt sich auch die positive Korrelation von $r = 0,840$ zwischen Wuchshöhe und Gesamtertrag, sowie diesem und den Vegetationstagen zur Ernte von $r = 0,848$. Auch zwischen Wuchshöhe und Vegetationszeit von Aufgang zur Ernte errechnet sich ein Wert von $r = 0,833$.

Der Fettertrag weist eine starke Beziehung zur Anzahl der vollen Früchte im Korb auf ($r = 0,924$). Diese starke Korrelation ergibt sich durch die Abhängigkeit des Rohfettertrages vom Kornertrag ($r = 0,888$) und des Kornertrages wiederum von der Kornzahl im Korb ($r = 0,871$). SCHUSTER (1956) fand ähnliche Beziehungen zwischen dem Kornertrag und der Kornzahl/Korb.

Ein deutlicher Korrelationskoeffizient von $r = 0,858$ zeigt sich erwartungsgemäß zwischen Rohfettgehalt der Kerne und dem der Früchte. So zeigen auch die Korrelationen zwischen Rohfettertrag und Ölgehalt der Früchte sowie der Kerne keine Differenzen ($r = 0,692$ bzw. $0,696$). Auch zwischen dem Rohfettertrag und der Kornzahl/cm² besteht eine deutliche Beziehung von $r = 0,702$. Eine schwächere Korrelation wurde mit $r = 0,633$ zwischen Fettgehalt der Kerne und Körnerzahl im Korb ermittelt. Geringer ist sie mit $r = 0,562$ zwischen der Kornzahl im Korb und dem Rohfettgehalt der Früchte.

Auf den Kornertrag wirkt sich die Vegetationszeit von Blühbeginn bis Ernte deutlich positiv aus ($r = 0,707$), wie auch abgeschwächt auf die mit vollen Körnern besetzte Korbfläche ($r = 0,655$). Ebenso sind gewisse positive Beziehungen zwischen Vegetationsdauer von Blüte bis zur Ernte und den Körnern im Korb ($r = 0,583$), dem Fettertrag ($r = 0,562$) und dem TKG ($r = 0,486$) festzustellen.

Die Temperatur hat auf den Kornbesatz (Körner/cm²) im Gegensatz zur Vegetationslänge einen geringen Einfluß ($r = 0,474$). Eine gewisse Abhängigkeit ergibt sich zwischen Temperatursumme und Kornertrag ($r = 0,675$), Rohfettertrag ($r = 0,588$), TKG ($r = 0,598$), Körner/cm² ($r = 0,503$) sowie Körner/Korb ($r = 0,453$). Zwischen Kornertrag und Kornbesatz ($r = 0,598$), TKG ($r = 0,534$) und besetzter Korbfläche ($r = 0,505$) deuten sich ähnliche Beziehungen an. Auch die Kornzahl pro Korb zeigt eine Abhängigkeit vom Kornbesatz mit $r = 0,692$ und etwas schwächer von der besetzten Korbfläche mit $r = 0,570$.

Nur angedeutet sind die Korrelationen zwischen Körner je cm² und Fettgehalt der Früchte sowie Fettgehalt der Kerne, zwischen Rohfettertrag und besetzte Korbfläche, Rohfettgehalt der Kerne und Kornertrag sowie besetzte Korbfläche, Wuchshöhe und Schalenanteil, TKG und mittlere Tages-Temperatur von Blühbeginn zur Ernte.

Eine zu erwartende negative Korrelation von $r = -0,956$ tritt zwischen dem Rohfettgehalt der Früchte und dem Schalenanteil auf. So ergibt sich auch ein Koeffizient von $r = -0,608$ zwischen Rohfettertrag und Schalenanteil, sowie zwischen letzterem und Kornbesatz ($r = -0,503$) sowie Körner je Korb ($r = -0,459$), da diese Merkmale mehr oder weniger stark mit dem Korn- und damit Fettertrag korrelieren. Eine negative Beziehung ist erfreulicherweise auch zwischen dem Schalenanteil und dem Fettgehalt der Kerne gegeben ($r = -0,673$), so daß gleichzeitig auf niedrige Schalenanteile und hohe Ölgehalte im Kern selektiert werden kann, was auch PUTT (1943) und SCHUSTER (1964) feststellten.

Negative Korrelationen ergeben sich ebenfalls zwischen mittlerer Tages-temperatur von Blühbeginn bis Ernte und Strohertrag mit $r = -0,619$ sowie Gesamtertrag mit $r = -0,546$. Diese werden vor allem durch die Korrelation von $r = -0,613$ zwischen mittlerer Temperatur (Blühbeginn - Ernte) und Wuchshöhe bedingt, da die Varianten mit der größeren Wuchshöhe sich gegenüber den niedrigeren langsamer entwickeln. So wird die Blüte verzögert und dadurch in niedrigere Temperaturbereiche verlagert.

Die interessantesten Beziehungen treten in den Korrelationen zwischen Kornertrag und Kornzahl je Korb sowie der Vegetationslänge von Blühbeginn zur Ernte zutage. Das TKG übt demgegenüber einen geringeren Einfluß auf den Kornertrag aus. Der Rohfettertrag wird in erster Linie durch den Kornertrag sowie den Rohfettgehalt der Kerne bzw. der Früchte bestimmt.

Die hier errechneten Korrelationen sind Mittelwerte aus vier Sorten bzw. fünf Varianten, die ihrerseits recht unterschiedliche Beziehungen der Merkmale untereinander aufweisen können. So zeigt z.B. die Sorte "Vniimk" eine wesentlich stärkere negative Korrelation zwischen Schalenanteil und mittlerer Tages-Temperatur von Blüte zur Reife von $r = -0,822$, während sich bei der Sorte "Admiral" nur ein Wert von $r = -0,079$ ergibt. Diese Koeffizienten errechnen sich jedoch nur aus 8 Einzelwerten. Die Errechnung von Korrelationen für die einzelnen Sorten aus einer größeren Zahl von Werten kann sicher für die Aufdeckung des Reaktionstypes wertvolle Hinweise geben.

IV. Diskussion der Ergebnisse

Bei den Untersuchungen der Entwicklung unter kontrollierten Anbaubedingungen im Gewächshaus erwiesen sich die Determination (D), der Blühbeginn und die Kornreife als die wichtigsten Stadien. Das ebenfalls näher untersuchte B₁-Stadium (Anfang der Blütchendifferenzierung) nimmt eine kontinuierliche Zwischenstellung zwischen D und Blühbeginn ein. Es wurde deshalb bei den Feldversuchen auf ihre Wiedergabe verzichtet. Unter Freilandbedingungen ergibt sich zwangsläufig eine Verquickung der Umweltfaktoren, dagegen erlauben die Versuche unter kontrollierten Klimaverhältnissen durch eine weitgehende Konstanthaltung der Nebenbedingungen eine beweiskräftigere Aussage. Eine Analyse der Saatzeit und Standortversuche ist in Verbindung mit den Gewächshausuntersuchungen jedoch möglich und erlaubt ergänzende Schlüsse, zumal im Gewächshaus die Vegetation nur bis zur Blüte untersucht werden konnte.

Es trat in der Entwicklung der Sonnenblumen eine deutlich quantitative Reaktion auf Temperatur und Photoperiode zutage, die sich in den einzelnen Entwicklungsphasen verschieden zeigte, wobei deutliche Sortenunterschiede zu verzeichnen waren (Abb. 4). Während erhöhte Temperaturen sich in allen Phasen beschleunigend auf die Entwicklung auswirkten, war der Tageslängeneinfluß unterschiedlich. Bis zum D-Stadium zeigten sich bei der Mehrzahl der Sorten nur geringe photoperiodische Beeinflussungen, dagegen etwas deutlichere Temperaturwirkungen. Dies läßt auf eine "Jugendphase" schließen; das ist nach KLEBS (1913) ein Entwicklungsabschnitt in dem die Pflanzen noch nicht auf Photoperiode und Temperatur mit einer Induktion reagieren können, d.h. es ist eine "obligate vegetative Phase" (MELCHERS u. LANG 1948). Der ähnliche Begriff der "Mindestblattzahl" (MELCHERS u. LANG 1948) ist von der Jugendphase jedoch zu unterscheiden und dürfte bei der Sonnenblume nicht anzuwenden sein, da die Temperaturen und Photoperioden eine gewisse Änderung in der Blattzahl verursachten (Abb. 8 u. 14). Auch HABERMANN u. WALLACE (1958) fanden eine Jugendphase bei Sonnenblumen. Dies muß auf den Blühbeginn sowie

den Reifezeitpunkt einen gewissen Einfluß ausüben, indem z. B. Sorten mit gleicher Photoperiodischer- und Temperaturreaktion bei verschiedenen langer Jugendphase verschiedene Blühtermine aufweisen wie z. B. hier bei den Sorten "Kiswardai" und "FW 436/59" (Tab. 1).

Die höhere Lichtintensität unter Freilandbedingungen beschleunigt jedoch die Entwicklung von Aufgang bis zum D-Stadium gegenüber den Gewächshausuntersuchungen. Dies deutet auf eine Beeinflussung der Jugendphase durch die Lichtintensität hin.

Im Entwicklungsabschnitt "D bis Blühbeginn" treten erheblich stärkere photoperiodische Einflüsse zutage, wobei die Sorten eine unterschiedlich quantitative Kurztagreaktion aufweisen. Diese ist unter niedrigen Temperaturen meist etwas deutlicher als unter hohen. Die deutlichen Reaktionsunterschiede zwischen den Sorten wirken sich auf die Wuchshöhe und damit die Futterleistung aus.

Mit der unterschiedlichen Reaktion der Sorten in Abschnitt Aufgang bis D, bzw. D bis Blühbeginn ergeben sich je nach dem Zeitpunkt der als Kriterium benutzt wird andere Reaktionstypen (Abb. 4). So zeigt z. B. die Sorte "Admiral" in der Phase Aufgang bis D eine Langtagreaktion, während sie bei Berücksichtigung des Stadiums Blühbeginn als Kurztag-Typ eingestuft werden muß. Hinzu kommt noch, daß je nach Temperatur die photoperiodische Reaktion bei den Sorten recht unterschiedlich sein kann. Es müssen bei einer exakten Feststellung des Reaktionstypes, wenn irgend möglich, unterschiedliche Temperaturbereiche berücksichtigt werden.

Im Entwicklungsabschnitt "Blüte bis Kornreife" ergibt sich unter Freilandbedingungen ebenfalls eine unterschiedliche quantitative Kurztagreaktion der Sorten. Dies hat eindeutige Auswirkungen auf den Korn-ertrag sowie den Ölgehalt.

Das Wachstum wird durch die Temperaturen deutlicher als durch die Tageslängen verändert; dies spiegelt sich in der Wuchsgeschwindigkeit bzw. dem Leistungs-Zeit-Faktor wieder.

Aus dem Zusammenspiel von Wachstums- und Entwicklungsgeschwindigkeit ergibt sich die Wuchshöhe sowie der Futterertrag. So ist für Wuchshöhe und damit Grünmasse-Ertrag die Entwicklungsbeschleunigung durch höhere Temperaturen und kürzere Tage im allgemeinen nicht förderlich (Abb. 8). Die kürzeren Tage sowie höheren Temperaturen haben neben der Wachstums- und Entwicklungsbeschleunigung eine Wachstumsverminderung zur Folge, wobei sich jedoch wiederum deutlich unterschiedliche Reaktionstypen zwischen den Sorten zeigen. Es ergibt sich demzufolge, daß die schnellste Entwicklung nicht optimal für die höchsten Leistungen ist, sondern eine langsamere bei längeren Tagen und nicht zu hohen Temperaturen.

Der Ertrag der Futterleistungen wird hauptsächlich durch das Zusammenspiel der Wachstumsfaktoren, insbesondere Photoperiode und Temperatur, während der Entwicklungsphase von D bis zur Blüte bedingt. Dabei wirken sich besonders längere Tage durch eine Wachstumssteigerung und durch die Verlängerung der Vegetationszeit je nach quantitativer Kurztagreaktion der Sorten positiv aus.

Es läßt sich daraus schließen, daß für Grünfutter-Höchstserträge als Hauptfrucht die Sonnenblumen in den Mittelgebirgs- und kühleren Lagen Deutschlands (Rauischholzhausen) Mitte Mai ausgesät werden sollten. Dagegen kann in wärmeren Gebieten (Groß-Gerau), da die Entwicklung durch die höheren Temperaturen beschleunigt ist und die Hauptwachstumsphase in die längsten Tage fallen sollte, bei früheren schnellwüchsigen Sorten später ausgesät werden. Bei späteren Sorten und einer stärkeren Entwicklungsverzögerung im langen Tag sollten sie vorverlegt werden. Von den untersuchten Sorten brachte die späteste Sorte "FW 436/59" die höchsten Futtererträge, die allerdings durch den höchsten Stengelanteil und Rohfasergehalt sowie geringstem Rohproteingehalt in der Futterqualität an letzter Stelle stand. Die stetig abnehmenden Tageslängen im Spätsommer und Herbst erfordern für maximale Erträge bei der Nutzung von *Helianthus annuus* als Stoppel- oder Zwischenfrucht eine Aussaat zu einem möglichst frühen Zeitpunkt. Dabei ergeben sich bei den mittelfrühen bis mittelspäten Sorten mit geringerer Kurztagreaktion die besse-

ren Trockenmasseerträge.

Gegenüber der Futterleistung sind für die Körnerleistung die Wachstumsfaktoren Photoperiode und Temperatur bis zur Blüte von geringerer, dagegen diejenigen von der Blüte bis zur Ernte von stärkerer Bedeutung. Dabei wirken sich längere Tage besonders positiv durch eine Verlängerung dieser Phase auf den Ertrag aus. Höhere Temperaturen scheinen eine ungünstige Wirkung durch die deutlichere Beschleunigung der Entwicklung von der Blüte zur Reife auszuüben. So bringt der Standort Chimoio durch die kürzeren Tage und höheren Temperaturen deutlich niedrigere Kornerträge als die Mitteleuropäischen Standorte, wobei der Faktor Wasser sicher eine ebenso bedeutende Rolle spielt. Hierbei wirkte sich besonders das verminderte TKG auf den Ertrag aus. Auch Groß-Gerau zeigte durch die höheren Temperaturen niedrigere Kornerträge, die hier auf eine kleinere Korbfläche zurückzuführen sind. Erhöhte Temperaturen, sowie verkürzte Tage setzen außerdem den Fettgehalt herab. Dadurch wird der Fettertrag besonders deutlich durch das Zusammentreffen von hoher Temperatur mit Kurztag verringert. So müßte für eine Erhöhung der Kornerträge als auch der Fetterträge in subtropischen Gebieten die Aussaat so gelegt werden, daß die Blüte zur Zeit der längsten Tage (in Chimoio am 21.12.) eintritt. Es zeigte sich, daß in Chimoio/Moçambique die Sorte "Vniimk 8931", die unter klimatisch kontrollierten Bedingungen geringste photoperiodische Reaktion aufwies, die höchsten Kornerträge brachte, da ihre Vegetationszeit durch die kürzeren Tage am wenigsten beeinflusst wurde.

Im Folgenden sollen die Sorten als einzelne Reaktionstypen beschrieben und die Möglichkeiten ihres Anbaues aufgezeichnet werden.

Im klimatisierten Gewächshaus zeigte die russische Sorte "Vniimk 8931" unter hohen Temperaturen die geringste Reaktion auf die Tageslänge, jedoch unter niedrigen eine gewisse Kurztagreaktion. Hier ergaben sich die geringsten Unterschiede in der Wuchsgeschwindigkeit zwischen den beiden Tageslängenvarianten (13 und 17 Stundentag). Dies wirkte sich in den Feldversuchen dahingehend aus, daß diese Sorte, die unter mit-

teleuropäischen Verhältnissen in den Frühjahrs-Aussaaten nicht die höchsten Futterleistungen brachte, bei später Aussaat (IV. und V. Saatzeit) überlegen war. In den Kornerträgen zeigte sich eine ähnliche Reaktion, indem, wie schon betont, bei Anbau unter höheren Temperaturen und kürzeren Tagen in Moçambique geringere Leistungsabnahmen gegenüber Mitteleuropa zu verzeichnen waren. Im Rohfettgehalt lag "Vniimk" von den untersuchten Sorten an erster Stelle. Die rumänische Sorte "Record", die nur unter Freilandbedingungen geprüft wurde, ist in vielen Reaktionen dieser Sorte sehr ähnlich.

Eine nur geringe Reaktion in der Entwicklung auf Temperatur und Kurztag zeigte die kanadische Sorte "Admiral", ebenso die Giessener Topcross-Sorte "Sobrid". Bei "Admiral" haben die Temperaturen keinen Einfluß auf die Wuchshöhe. Sie ist die Sorte mit der schnellsten Entwicklung und so gestattet sie einen Anbau in Gebieten mit niedrigen Temperaturen bzw. relativ kurzer Vegetationsdauer. Der Futter- als auch Kornertrag ist jedoch in Anbaugebieten mit genügender Wärme nicht konkurrenzfähig. Dagegen ist "Sobrid" in der Wuchshöhe sogar "Hesa" etwas überlegen und deutet damit eine gute Futterleistung an, die sich besonders bei später Aussaat (geringe Kurztagreaktion) zeigen dürfte.

Die ungarische Sorte "Kiswardai" reagiert am deutlichsten durch Entwicklungsbeschleunigung auf Kurztagverhältnisse. Dies zeigt sich schon in der Zeit von Aufgang bis D-Stadium, was darauf hindeutet, daß sie nur eine kurze Jugendphase besitzt. Dagegen hat der Giessener Zuchtstamm "FW 436/59" eine längere Jugendphase (Abb. 4 u. 9) aber eine etwas geringere Kurztagreaktion als "Kiswardai". Beide Sorten benötigen im Langtag annähernd die gleiche Vegetationszeit bis zur Blüte, jedoch ist im Kurztag die ungarische Sorte deutlich früher. Sie hat die größere Wuchsgeschwindigkeit und, obwohl sie im Wachstum negativ auf kürzere Tage reagiert, zeigt sie selbst in der V. Saatzeit nach "Sobrid" das schnellste Wachstum (Tab. 8). Dadurch empfiehlt sich "Kiswardai" auch für den Stoppel- und Zwischenfruchtbau, während "FW 436/59" nur als Haupt- bzw. Zweitfrucht zur Futtergewinnung an-

bauwürdig erscheint. "Giganta", ebenfalls eine späte Futtersorte aus Giessen, zeigt in den Freilandversuchen eine geringere photoperiodische Reaktion als ihre Verwandte "FW 436/59". Nach SCHUSTER (1970) bringt sie auch im Stoppelfruchtbau höhere Erträge als "FW 436/59".

Die aus Südafrika stammende Sorte "Kort Russ" ist sehr spät. In den Gewächshaus-Untersuchungen deutete sich bis zum D-Stadium eine schwache Langtagreaktion an. In der Wuchsgeschwindigkeit war sie die einzige Sorte, die eine deutlichere Temperatur- als Tageslängenreaktion zeigte. In den Freilandversuchen ergab sich jedoch von D bis zur Blüte ebenfalls eine deutliche Kurztagreaktion. So weist diese Sorte bei Langtagverhältnissen die größte Wuchshöhe auf. Jedoch gewährt sie nur bei früher Aussaat höchste Futtererträge, da sie bei später Aussaat die Blüte nicht mehr erreicht und im Wachstum relativ langsam ist.

Die Sorten "Commander", "Borowski", "v. Boguslawski's frühe", "Jupiter", "Hesa", "Spanner's Allzweck" und "Iregi" unterscheiden sich etwas in der Reifezeit und ihren Leistungsfähigkeiten. In der Reaktion auf Tageslänge und Photoperiode nehmen sie eine Zwischenstellung zwischen "Sobrid" und "Admiral" auf der einen Seite, und "Giganta" und "FW 436/59" auf der anderen Seite, ein. Von diesen Sorten wurde "Hesa" auf Korn- und Futterleistungen geprüft. Bei den Kornleistungen nahm sie unter mitteleuropäischen Bedingungen die Spitzenstellung ein. In den Futterleistungen war sie ebenfalls gut, besonders bei späterer Aussaat.

Eine N-Steigerung bei der Sorte "Hesa" bewirkte eine gewisse Abnahme der Kurztagreaktion im klimatisierten Gewächshaus. Gleichzeitig wurde allgemein eine leichte Leistungssteigerung verzeichnet.

Diese Untersuchungen zeigten deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Sonnenblumensorten in ihrer Reaktion auf Photoperiode und Temperatur. Dabei können in den verschiedenen Entwicklungsstadien die Reaktionen recht verschieden sein. Die unterschiedlichen Reaktionstypen wurden offensichtlich weitgehend durch die Temperatur- und Tageslängen-

Verhältnisse ihres Ursprungsgebietes geprägt. Darüber hinaus zeigten jedoch einzelne Sorten besondere Eignungen für bestimmte Anbauverhältnisse wie z. B. die russische Sorte "Vniimk 8931" durch ihren besonderen Reaktionstyp für die Fetterzeugung auch unter Kurztagverhältnissen, und die Sorte "Giganta" bzw. "FW 436/59" für den Anbau als Futterpflanze unter längeren Tagesverhältnissen.

Für die Züchtung ergeben sich durch die Neu- und Umkombination von Tageslängen- und Temperaturreaktionen noch vielerlei Möglichkeiten um optimal auf gegebene Umweltverhältnisse reagierende Sorten zu entwickeln.

V. Zusammenfassung

1. An Hand von zweijährigen Saatzeitversuchen auf zwei Standorten in Deutschland, einem einjährigen Saatzeitversuch in Moçambique/Ostafrika sowie einem Versuch unter klimatisch kontrollierten Verhältnissen sollte der Reaktionstyp einer Reihe von Sonnenblumensorten aufgedeckt werden. Dazu wurde es notwendig, durch umfangreiche Vegetationskegeluntersuchungen einzelne Entwicklungsabschnitte zu begrenzen und die Wirkung unterschiedlicher Umweltbedingungen auf diese zu prüfen. Ertragsfeststellungen an 4 Sorten dienten zur Ermittlung der Auswirkungen des Reaktionstyps auf die Ertragsleistungen. Die Entwicklungsphasen wurden durch mikroskopische Untersuchungen am Vegetationskegel festgelegt.

2. a) Durch die Untersuchungen im klimatisierten Gewächshaus zeigten bis zum D-Stadium die Sorten "Admiral", "Kort Russ" und "Vniimk 8931" eine schwache Langtagreaktion, die übrigen Sorten eine quantitative Kurztagreaktion, die sich bei "Sobrid" und "Hesa + N" unter niedrigen Temperaturen in eine schwache Langtagreaktion umkehrte. In der Entwicklungsphase Aufgang bis Blühbeginn zeigten sich jedoch "Commander", "Borowski", "Hesa" und besonders "Kiswardai" und "FW 436/59" als quantitative Kurztagtypen. Bei "Admiral" und "Sobrid" war die Kurztagreaktion deutlich schwächer und "Vniimk 8931" kann nach diesen Ergebnissen im höheren Temperaturbereich als "tagneutral" bezeichnet werden. Das B₁-Stadium nimmt eine Mittelstellung zwischen "D" und Blühbeginn ein. Die Temperaturerhöhung bewirkt eine Entwicklungsbeschleunigung besonders nach dem D-Stadium.

b) Auch die Wuchshöhe wurde durch kurze Tage verringert. Infolge einer stärkeren Verzögerung der Entwicklung gegenüber einer verringerten Wuchsgeschwindigkeit nehmen die Endwuchshöhen im niedrigen Temperaturbereich zu. Bei der Sorte "Admiral" ergab sich in der Wuchshöhe keine, dagegen bei "Vniimk 8931" eine deutliche Temperaturwirkung gegenüber einer photoperiodischen Reaktion.

3. a) Durch die Verquickung der Temperatur mit der photoperiodischen

Reaktion in den Saatzeitversuchen unter Freilandbedingungen wurde eine Tag-neutralität bei der Mehrzahl der Sorten vorgetäuscht. Bei "Kiswardai", "FW 436/59", "Kort Russ" und "Giganta" zeigte sich jedoch auch hier bis zur Blüte eine deutliche Kurztagreaktion. Nach der Blüte bis zur Reife ergab sich bei allen Sorten auch unter Freilandbedingungen eine Kurztagreaktion.

b) In den Wuchsgeschwindigkeiten und Wuchshöhen zeigten sich, besonders in Mocambique, stärkere Tageslängeneinwirkungen als Temperaturreaktionen.

4. a) Durch die Wirkung der langen Tage wurden in der Mai-Saatzeit die höchsten Futter-Trockenmasseerträge erzielt. Dabei brachte die späte, stark kurztagreagierende Sorte "FW 436/59" mit 103 dz/ha die höchsten Erträge. Bei späterer Aussaat erwies sich die am wenigsten auf Kurztag reagierende Sorte "Vniimk 8931" neben "Hesa" als ertragreicher. Die kurze kanadische Sorte "Admiral" zeigte einen geringeren Leistungs-Zeit-Faktor und damit die geringsten Trockenmasseerträge.

b) Der Schnitt zum Zeitpunkt der vollen Blüte brachte besonders in der ersten Saatzeit eine Ertragssteigerung gegenüber der Ernte bei Blühbeginn. Dagegen wurde in der Juli-Aussaat durch die im Herbst gegebenen ungünstigen Witterungsverhältnisse bzw. beschleunigte Entwicklung im kürzeren Tag keine weitere Ertragssteigerung bis zur Vollblüte verzeichnet.

c) Die Qualitätsfaktoren des Futters zeigen entgegengesetzte Tendenzen wie die Trockenmasse, indem die Sorten mit dem geringsten Ertrag ("Admiral") den niedrigsten Stengelanteil und demzufolge niedrigsten Rohfasergehalt, dagegen den höchsten Blattanteil und Rohproteingehalt aufweisen. Die Stengel : Blatt : Korbanteile änderten sich zwischen den Saatzeiten nur geringfügig. Der kürzere Tag bewirkt sowohl eine Zunahme des Eiweiß- sowie auch des Rohfasergehaltes, niedrige Temperaturen aber eine Abnahme des Eiweiß- jedoch Zunahme des Rohfasergehaltes. So schwankt der Eiweißgehalt zwischen den Saatzeiten nur geringfügig, während mit der Saatzeitverspätung der Rohfasergehalt zunimmt.

Durch die N-Steigerung wurde bei "Hesa" eine Rohproteingehalts-Verbesserung erzielt.

Die spätere Schnittzeit zur vollen Blüte bewirkte eine Qualitätsminderung, da der Korbanteil auf Kosten des Blattanteils zunahm, so daß der Rohproteingehalt ab- der Rohfasergehalt dagegen anstieg. Bei den späteren Saatzeiten traten Minderungen des Rohproteinertrages durch Blattverluste auf.

5. a) In den Kornerträgen ergaben sich zwischen den Saatzeiten keine Unterschiede, lediglich die späteste Sorte "FW 436/59" mit der stärksten photoperiodischen Reaktion wies durch den Einfluß des Kurztages sowie niedriger Temperaturen einen Minderertrag in der II. Saatzeit auf. Den höchsten Kornertrag brachten die Sorten "Hesa" mit 33,7 dz/ha und "Vniimk 8931" mit 32,4 dz/ha. Auf dem Standort Chimoio wurden durch eine starke Entwicklungsbeschleunigung infolge kurzer Tage und hoher Temperaturen erheblich geringere Erträge geerntet. Die Sorte "Vniimk 8931" zeigte dabei den geringsten Ertragsabfall.

b) Multiple Korrelationsrechnungen zeigten, daß der Samenertrag stärker durch die Korbgröße und die Zahl der Früchte pro Korb als durch das TKG beeinflusst wurde. Auch die längere Vegetationszeit von Blüte bis Reife erhöhte den Samenertrag.

c) Auf dem Standort Rauischholzhausen mit den niedrigeren Temperaturen und der langsameren Entwicklung wurden die höchsten Fettgehalte ermittelt. In Chimoio wurden dagegen, durch die Kurztagreaktion und hohen Temperaturen bedingt, die niedrigsten Fettgehalte gefunden. Die deutlichsten Unterschiede traten zwischen den Sorten auf, wobei "Vniimk 8931" den höchsten Fettgehalt und damit Fettertrag hatte.

6. Eine Entwicklungsverzögerung wirkte sich bei Prüfung auf Korn- und Futterleistung meistens ertragsfördernd aus, so daß Sorten, die eine Verlängerung der Wachstumszeit bei gegebenen Umweltbedingungen aufweisen, Höchsterträge bringen.

Durch Züchtung von entsprechenden Reaktionstypen ergeben sich weitere Möglichkeiten der Leistungssteigerung.

Literaturverzeichnis

- Alekseed, A.F. 1958 Einwirkung des Kurztages als Mittel zur Auslese von frühreifen Formen bei der Sonnenblume (russisch)
Agrobiologija, 76-80
- Alleweldt, G. 1956 Die Wirkung von Temperatur und Photoperiode auf Wachstum, Entwicklung und Ertrag einiger Sommerweizen
Diss. Giessen
- Anonymus 1964 Aspects des production oleagineuses (Colza et Tournesol) durant la campagne 1964 dans les regions du Sud-Est et du Sud-Ouest de la France
Bul. Cetiom No. 23
- Banerjee, S., Wienhus, F.
1965 Comparative studie on the Development of the spike in Wheat, Barley and Rye
Zscht. f. Pflanzenzüchtung, 54, 130-142
- Best, R. 1960 Photoperiodism in plants as studied by means of response curves
Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Ser.C, 63, 676-691
- Boguslawski, E.v., Limberg, P.
1960 Phänologische und physiologische Daten zur Charakterisierung der Produktivität unserer Kulturpflanzen
Zscht. f. Acker- u. Pflanzenbau, 111, 1-22
- , Schuster, W. 1957 Untersuchungen über den Einfluß von Saatzeit, Standraum und Schnittzeit auf die Leistung der Sonnenblume (Helianthus annuus L.) als Futterpflanze
Zscht. f. Acker- u. Pflanzenbau, 104, 371- 408
- Bommer, D. 1959 Über Zeitpunkt und Verlauf der Blüten-differenzierung bei perennierenden Gräsern
Zscht.f.Acker-u.Pflanzenbau, 109,94-118
- Bonnett, O.T. 1940 Development of the staminate and pistillate inflorescences of sweet corn
Jour. Agr. Res., 60, 25-27

Borthwick, H.A., Hendricks, S.B., Parker, M.W.

- 1938 Action spectrum for photoperiodic control of floral initiation of long day plants Wintex barley (*Hordeum vulgare*)
Bot. Gazette, 110, 103-118

Bretschneider-Herrmann, B.

- 1965 Temperaturverlauf, Entwicklung, Wachstum und Ertragsbildung bei Hafer.
Zscht.f.Acker-u.Pflanzenbau, 123, 209-224
-- 1966 Nährstoffaufnahme und Ertragsbildung einiger Hafer- und Sommerweizensorten unter klimatisch kontrollierten Bedingungen
Zscht.f.Acker-u.Pflanzenbau, 124, 234-248

--, Schuster, W. 1967 Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Tageslänge auf verschiedene Kruziferenarten im Phytotron mit vergleichenden Betrachtungen zu Feldversuchsergebnissen

Zscht.f.Acker-u.Pflanzenbau, 126, 33-50

Bünning, E. 1953 Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze
Springer Verl., 3. Aufl., Berl. Göttingen Heidelberg

Burdenski, D. 1941 Die Kultur der Sonnenblume mit besonderer Berücksichtigung des La-Plata Gebietes
Beiträge z. Kolonialforschung, Bd. II, 160-219

Chouard, P. 1960 Vernalization and its relation to dormancy
Ann. Rev. Plant Physiol., 11, 191-238

Dostál, R. 1949 On the question of flowering Hormones (Tschech. mit Engl. Zusammenfassung)
Sborn. Českoslov. Akad. Zemedel. 22, 241-248

Dyer, H.D., Skok, J., Scully, N.J.

- 1959 Photoperiodic behavior of sunflower
Bot. Gazette, 121, 50-55

Eguchi, T. 1937 Effect of day-length upon the time of differentiation of flower bud and the subsequent development to flower
Proc. Imp. Acad. (Japan), 15, 352-353

- Galinat, W.C., Naylor, A.N.
1951 Relation of photoperiod to inflorescence
proliferation in *Zea mays*
Amer. Jour. Bot., 38, 38-47
- Garner, W., Allard, H.A.
1920 Effect of the relative length of day and
night and other factors of the environment
on growth and reproduction on plants
Jour. o. agric. Res., 18, 553-606
- Gassner, G. 1918 Beiträge zur physiologischen Charakteris-
tik sommer- und winterannueller Gewächse,
insbesondere der Getreidepflanzen
Zscht. f. Botanik, 10, 417-480
- Gracza, P. 1966 Organisationsverhältnisse des Gynäzeums
der Sonnenblume
Ann.Univ.Sci. Budapest, Sect.Biol., 8, 97-105
- Habermann, H.H., Wallace, R.H.
1958 Transfere of flowering stimulus from stock
to scion in grafted *Helianthus annuus* L.
Amer. Jour. Botany, 45, 479-482
- Habura, E.Ch. 1958 Heterosis in Ertragsmerkmalen bei der
Sonnenblume
Züchter, 28, 285-287
- Hackbarth, J. 1940 Deutsche Ölpflanzenzüchtung und Fettver-
sorgung
Umschau, 44, 809
- Hamner, K.C. 1940 Interrelation of light and darkness in
photoperiodic induction
Bot. Gazette, 101, 658-687
- , Bonner, J. 1938 Photoperiodism in relation to hormones
as factors in floral initiation and
development
Bot. Gazette, 100, 388-431
- Harder, R. 1953 Über den Einfluß der Tageslänge nach der
Photoperiodischen Induktion auf die In-
floreszenz von *Kalanchoe blossfeldiana*
Planta, (Berlin) 42, 19
- , Mabian, I., Denffer, D.v.
1937 Lichtintensität und Photoperiodismus.
Vorläufige Mitteilung
Züchter, 9, 41-46

- Hertlein, G. 1954 Phänologisch-meteorologische Untersuchungen zur Blühvorhersage bei Obstgehölzen
Diss. Hohenheim
- Jayme, G., Hindenburg, K.G., Harders-Steinhäuser, L.
1948 Eignungsvergleich verschiedener einjahres-
pflanzen als Rohstoff für Papiersulfat-
zellstoffe
Zschr.f.d. Erzeugung von Holzstoff, Zellstoff
Papier und Pappe, 2.Jg., 45-56, 95-105
- Johnson, H.W., Borthwick, H.A., Leffel, R.C.
1960 Effects of photoperiod and time of plant-
ing on rates of development of soyabean
in various stages of the life cycle
Bot. Gazette, 122, 77-95
- Keulemans, N.C. 1959 Photoperiodiciteit bij Sorghum vulgare
Pers.
Diss. Wageningen
- Kinman, M.N., Earle, F.R.
1964 Agronomic performance and chemical com-
position of the seed of sunflower hybrids
and introduced varieties
Crop Science, 4, 417-420
- Klebs, G. 1913 Über das Verhältnis der Außenwelt zur
Entwicklung der Pflanze
Sitz.Ber.Akad.Wiss., Heidelberg, Serie B, No.5
- Kopetz ...
(am Ende)
- Kreh, R. 1966 Untersuchung über den Aufbau und die Stoff-
produktion von Sonnenblumen- und Maisbe-
ständen sowie über die im Inneren herr-
schenden Lichtverhältnisse
Diss. Hohenheim
- Krug, F. 1960 Zum photoperiodischen Verhalten einiger
Kartoffelsorten
Eur. Potato Jour., 3, 47-79 u. 107-130
- 1965 Zur Bedeutung der photoperiodisch-thermi-
schen Reaktion der Kartoffelsorten für
Züchtung und Anbau
Eur. Potato Jour., 8, 14-27
- 1967 Der Photoperiodismus im Dienste der Er-
tragsbildung
Angewandte Botanik, Bd.:XLI, 255-270

- Krug, H., Limberg, P.
 1970 Zum Einfluß von Photoperiode und Temperatur auf die Ertragsbildung von Hafer
 In Vorbereitung
- Kupermann, F.E. 1962 Biologische Kontrolle in der Landwirtschaft
 (russisch), Moskva
- Lang, A., Melchers, G.
 1943 Die photoperiodische Reaktion von *Hyoscyamus niger*
 Planta (Berlin), 33, 653-702
- Limberg, P. 1959 Der Einfluß der Aussaatzeit auf die Ertragsbildung von *Lathyrus sativus* L. im Vergleich mit anderen Leguminosen
 Zscht.f.Acker-u.Pflanzenbau, 109, 141-172
- 1963 Der Begriff des Produktivitätstyps und seine Bedeutung für die Arten- und Sortenwahl im Zwischenfruchtbau
 Landbauforschung Völkenrode, 13, 117-130
- , Enayat, R. 1959 Der Einfluß klimatischer Wachstumsfaktoren auf Entwicklung und Ertragsleistung verschiedener Herkünfte von *Trifolium alexandrinum* L.
 Zscht.f.Acker-u.Pflanzenbau, 111, 112-150
- Lochow, J.v., Schuster, W.
 1961 Anlage und Auswertung von Feldversuchen
 DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- Long, E.M. 1939 Photoperiodic induction as influenced by environmental factors
 Bot. Gazette, 101, 168-188
- Lucanus, R. 1955 Entwicklungsverlauf und Ertragsbildung von *Brassica juncea* L.(Coss) in Abhängigkeit von Temperatur und Tageslänge
 Diss. Giessen
- Melchers, G., Lang, A.
 1948 Die Physiologie der Blütenbildung
 Übersichtsbericht Biol. Zentralbl. Bd.:
 67, 105-174
- Mudra, A. 1958 Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche
 Berlin u. Hamburg, Paul Parey Verlag

- Napp-Zinn, K. 1961 Vernalisation und verwandte Erscheinungen
Handb. Pflanzenphysiol., Bd.XVI, 24-75
- 1967 Modifikative Geschlechtsbestimmung bei
Spermatophyten
Handb. Pflanzenphysiol., Bd.:XVIII, 153-202
- Nikolic, V., Vrebalov, T.
1965 La culture du tournesol en Yougoslavie
Corps Gras, 12, 577-584
- Niopek, J. 1960 Der Einfluß der Klimafaktoren Licht, Tem-
peratur und Niederschlag auf Wachstum,
Entwicklung und Ertragsbildung bei Mais
und Sorgumarten
Diss. Giessen
- Nitsch, J.P. 1965 Physiologie of flower and fruit development
Handb. Pflanzenphysiol., Bd.:XV/1, 1536-1646
- Nogushi, Y. 1929 Studien über die Entwicklung der Inflores-
zenz und der Blüte bei Getreidepflanzen
Jour.Coll.of Agr.Imp.Univ.Tokio,
10, 5248-5302
- Oettingen, A.v. 1879 Phänologie der Dorpater Lignosen, ein
Beitrag zur Kritik phänologischer Be-
obachtungs- und Berechnungsmethoden
Arch. Naturkunde, Liv-,Est- u.Kurland,
2. Ser., 8, 241-352
- Okada, M. 1951 Several experiments on the seedproduction
of *Zinnia elegans* (japanisch)
Agric. a. Horticulture, 26, 984-986
- Pedenko, M. 1962 Die Bearbeitung des Bodens vor der Saat
und die Aussaatzeit der Sonnenblume (russ.)
Sel'skoe chozjajstvo Sibiri, H.:4, 23-24
- Pinthus, M.J. 1963 Some environmental effects on the oil
yield components of sunflower seed
Qualitas plantarum et materiae vegetabiles,
IX, 328-336
- Pospelowa, G. 1959 Der Einfluß des Standraumes bei der Son-
nenblume unter verschiedenen ökologischen
Bedingungen
Giessener Abhandlungen z.Agrar- u. Wirt-
schaftsforschung des Europäi. Ostens, Bd.8

- Post, K. 1934 The effect of day length and light intensity on vegetativ growth and flowering of China aster (*Callistephus chinensis*)
Proc. Amer. Soc Hort.Sci., 32, 626-630
- Putt, E.D. 1943 Association of seed yield and oil content with other characters in the sunflower
Scientific Agric., 23, 377-383
- , Unrau, J. 1943 The influence of various cultural practices on seed and plant characters in the sunflower
Scientific Agric., 23, 384-398
- Resende, F. 1953 Acerca do impulso floral em plantas de "Dia Longo-curto" e plantas de "Dia Curto-longo"
Rev. Fac. Ciências, Lisboa, C3, 447-534
- Richey, F.D., Sprague, G.F. 1932 Some factors affecting the reversal of sex expression in the tassels of maize
Amer. Naturalist, 66, 433
- Riddel, J.A., Gries, G.A. 1958 Development of spring wheat: II. The effect of temperature on response of photoperiod
Agron. Jour., 50, 739-742
- Robinson, R.A., Bernat, Geise, Johnson, Kinman, Mader, Oswald, Putt, Swallers, Williams 1967 Sunflower development at latitudes ranging from 31 to 49 Degrees
Crop Science, 7, 134-136
- Rollier, M. 1966 Etude de la surface des parties aeriennes d'une culture de tournesol
Inform. techn. Cetiom, No.8, 1-2
- Rudorf, W. 1961 Die Sonnenblume, *Helianthus annuus* L.
Handb. d.Pflanzenzüchtung, Bd.5, 89-114
- Russel, W.A. 1953 A studie of the interrelationship of seed yield, oil content and other agronomic characters with Sunflower inbred lines and their crosses
Canad. Jour. Agric. Sci., 33, 291-314

- Salisbury, H.B. 1955 Kinetic studies on the physiology of flowering
Diss. Calif. Inst. of Technology, Pasadena
- , Bonner, J. 1956 The relations of the photoinductive dark period
Plant Physiology, 31, 141-147
- Schaffner, J.H. 1921 Influence of environment on sexual expression in hemp
Bot. Gazette, 71, 197-219
- 1951 The fluctuation curve of sex reversal in staminate hemp plants induced by photoperiodicity
Amer. Jour. Botany, 18, 424-430
- Schrödter, H. 1952 Untersuchungen über die "Temperatursummenregel" an Hand der phänologischen Beobachtungen in Wingerode 1854-1884
Angew. Meteor., 1, 225-234
- Schulze, J. 1958 Untersuchungen über die Anwendbarkeit der Temperatursummenregel bei Sonnenblumen (*Helianthus annuus* L.) und Mais (*Zea mays* L.)
- 1960 Die Prüfung der Kombinationseignung von Inzuchtstämmen der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) durch Anwendung des Topcrossverfahrens
Zschr. Pflanzenzüchtung, 44, 135-156
- Schuster, W. 1956 Saatzeitversuch mit der Sonnenblume (*H. annuus* L.)
Zschr. f. Acker- u. Pflanzenbau, 100, 349-366
- 1958 Über die Möglichkeit bei der Züchtung der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) als Futterpflanze
Zschr. f. Pflanzenzüchtung, 40, 329-340
- 1964 Inzucht und Heterosis bei der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.)
Habil. Schrift (Diss.) Gießen
- 1969 Beobachtungen über männliche Sterilität bei Sonnenblumen (*H. annuus*), ausgelöst durch genetische, physiologische und

induzierte chemische Faktoren
Theoretica a. Applied Genetics, 39,
261-273

Schuster, W. 1970 Neuzüchtung von Sonnenblumen für die
Grünfutternutzung
Bayerisches landw. Jahrb., 47

--, Bretschneider-Herrmann, B.

1967a Untersuchungen über den Einfluß von Tem-
peratur und Tageslänge auf Wachstum und
Entwicklung von Ölrettichstämmen im
Phytotron mit vergleichenden Beobachtungen
an Feldversuchen

Zscht. f. Pflanzenzüchtung, 58, 383-399

Searle, N. E. 1961 Persistence and transport of flowering
stimulus in Xanthium
Plant Physiologie, 36, 656-662

Semichnenko, P.G., Kamennobrodskaja, V.A.

1962 O priemach, povyšajuščich urožajnye ka-
čestvasemja podsolnečnika. (Verfahren zur
Erhöhung der Ertragseigenschaften von
Sonnenblumen)

Agrobiologija, Moskva, No.4, 525-531

Siegert, R. 1953 Exposé über die Gewinnung von Zellstoff,
Fett und Futtermitteln aus Helianthus
annuus (Sonnenblume)
Als Manuskript gedruckt von Odewälder
Bücher

Steikhart, Hg. 1961 Berichte über die Ergebnisse der Versuche
"Stoppelfrüchte mit kurzer Wachstumszeit"
Zscht. f. landw. Versuchs- und Unter-
suchungswesen, Bd. 7, 543-559

-- 1964 Bericht über Ergebnisse von Stoppel -
fruchtversuchen auf leichteren und mitt-
leren Böden
Landw. Versuchs- und Untersuchungswesen,
10, 195-206

Thompson, A.E. 1955 Methods of producing first-generation
hybrid seed in spinach
Cornell Univ.Agric.Exp.Stat.Mem. No. 336

- Tournois, J. 1911 Anomalies florales du Houblon japonais
et du Chanvre déterminées par des semis
hâtifs
C.R.Acad.Scient. (Paris), 153, 1017-1020
- 1912 Influence de la lumière sur la floraison
du Houblon japonais et du Chanvre
C.R.Acad.Scient. (Paris), 155, 297-300
- 1914 Etudes sur la sexualité du Houblon
Ann.Scient.nat Bot., Sér.IX, 19, 49-191
- Trepačev, E.P. 1956 Ölhaltige Sorten der Sonnenblumen (russ.)
Agrobiologija, 28-33
- Vömel, A. 1955 Wachstumsverlauf, Entwicklung und Korn-
ertragsbildung der weißen Süßlupine
(Lupinus albus L.) in Abhängigkeit von
klimatischen Faktoren
Zscht. f. Pflanzenzüchtung, 35, 199-238
- Walter, H. 1956 Klimadiagramme als Grundlage zur Fest-
stellung von Dürrezeiten
Wasser u. Nahrung, 42-50
- Weber, H. 1938 Gramineen- Studien. I. Über das Verhalten
des Gramineen-Vegetationskegels beim
Übergang zur Infloreszenzbildung
Planta, 28, 275-289
- Wellensiek, S.J., Higazy, M.H.
1961 The juvenile phase for flowering in
Lunaria biennis
Proc. Kon. Nederl. Acad. Wet.,
C 64, 458-463
- Kopetz, L.M., Steineck, O.
1954 Photoperiodische Untersuchungen an kar-
toffelsämlingen
Züchter, 24, 69-77

An dieser Stelle möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. Schuster, für die Überlassung des Themas, das stets entgegengebrachte Interesse sowie die wertvollen Anregungen und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit meinen herzlichen Dank aussprechen.

Auch Prof. Dr. E. v. Boguslawski danke ich herzlich für die Anregungen sowie die Unterstützung, die mir während meiner Doktorandenzeit zuteil wurden.

Weiterhin danke ich allen Damen und Herren des Phytotrons und der Versuchsfelder Rauischholzhausen und Groß-Gerau für ihre stete und freundliche Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Versuche.

Nicht zuletzt auch meinem Vater einen besonderen Dank für die gewissenhafte Durchführung der Versuche auf seiner Farm in Chimoio unter Aufopferung seiner wertvollen Zeit.

Lebenslauf

Am 24. Juni 1940 wurde ich als 2. Sohn von 5 Kindern des Farmers Rüdiger Boye und seiner Ehefrau Annemarie, geb. Kulenkampff, in Vila Pery, Moçambique, geboren.

Von 1945 bis 1948 erhielt ich auf der väterlichen Farm meinen ersten Unterricht in deutscher Sprache. Danach besuchte ich 4 Jahre die portugiesische Grundschule in Vila Pery und anschliessend die Oberschule (Liceu). Diese schloß ich 1958 mit dem 5.^o ano (mittlere Reife).

Anschließend machte ich ein 1 3/4 jähriges Praktikum bei der Rhodesian Wattle Company in Rhodesien, wo ich neben Mimosenanbau auch eine Reihe landwirtschaftlicher Betriebszweige kennen lernte.

Von Oktober 1960 besuchte ich die höhere Landbauschule "Gwebi Agricultural College" bei Salisbury / Federation Rhodesien und Nyassaland und legte 1962 mein Abschlußexamen ab.

Danach half ich bis April 1964 auf der väterlichen Farm in Chimoio/Moçambique.

Im Sommersemester 1964 immatrikulierte ich mich als Landwirtschafts-Student an der Justus Liebig Universität Giessen, wo ich im Wintersemester 1967/68 mein Diplomexamen ablegte. Seitdem bin ich am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig Universität Giessen, Direktor Prof. Dr. E. v. Boguslawski, als Doktorand tätig.

